

Vr
TIE- JA VESIRAKENNUSLAITOS

ESIMERKKEJÄ TIEINVESTOINTILASKELMISTA

TVH/Tiesuunnitteluosasto

27.9.1968

08

TIE

ESIMERKKEJÄ

JOHDANTO

Tämä esimerkkikokoelma on valmistettu tiesuunnitteluosaston teknillistaloudellisen toimiston tiestötoimiston ja eräiden tie- ja vesirakennuspiirien yhteistyönä. Tie- ja vesirakennuspiirit ovat toimittaneet aineiston, jota tiesuunnitteluosaston po. toimistot ovat käyttäneet joko sellaisenaan tai hiukan muunnettuna esimerkeissä. Näin esimerkit on saatu konkreettisiksi, todellisia olosuhteita vastaaviksi.

Esimerkkikokoelman tarkoitus on osoittaa tarkastelumenetelyä tiehankkeissa, joita varten ei ole vielä ehditty antaa riittävän selviä ohjeita. Kokoelma ei ole kuitenkaan kovin tyhjentävä, joten sitä on pidettävä lähinnä ohjeellisena, se osoittaa eräitä tapoja tarkastelujen suorittamiseksi.

Kokoelmaan on sisällytetty kuusi esimerkkiä. Ensimmäisessä esimerkissä tarkastellaan uuden yhteyden rakentamista tieverkkoon (Oulunjärven ylitys) ja toisessa tien oikaisua Oulu - Pudasjärvi-tiellä. Kolmannessa esimerkissä tarkastellaan 2-ajokaistaisen tien tasoliittymän korvaamista eritasoliittymällä (Lauttakylän liittymä) ja neljännessä rautatien taso-risteyksen muuttamista eritasoristeyksissä (Nesteen risteys Raisiossa). Viidenneksi esitetään lossien ja siltayhteyksien vertailua (Tervolan lossipaikka). Lopuksi tarkastellaan lyhyesti ryömintäkaistojen suunnitteluperusteita ruotsalaisten normien perusteella, taloudellisten laskelmien esittäminen ei perustietojen puutteen vuoksi ole tästä asiasta toistaiseksi mahdollista.

Kt 77 parantaminen välillä Kajaani-Vaala

TIEINVESTOINTILASKELMAESIMERKKI

1. TARKASTELTAVA TIEVERKKO

Tarkasteltava tieverkko koostuu Kajaanin ja Vaalan välisistä yhteyksistä. Pääyhteys nykyisin muodostuu Oulunjärven pohjoispuolitse kulkevasta reitistä: Kajaani-Rytivaara (vt 5) ja Rytivaara-Paltamo-Vaala (kt 77). Toinen vähemmän liikennöity yhteys on Oulunjärven eteläpuolitse: Kajaani-Mainua (vt 5) ja Mainua-Vuolijoki-Vaala (mt). Varsinainen tarkastelun kohde on tiejakso Rytivaara-Vaala (kt 77). Kyseinen tie on öljysorapäällysteinen ja n. 7 m leveä ja rakennettu 1950-luvulla. Geometrialtaan tie on tyydyttävä, mutta kantavuudeltaan heikko ja näyttää ilmeiseltä, että tiejaksolle on vuoteen 1975 mennessä suoritettava jotain parantamistoimenpiteitä rakenteen hajoamisen estämiseksi. Eräänä vaihtoehtona on tullut esille uuden tieyhteyden rakentaminen Oulunjärven yli Kajaanin ja Vaalan välille.

2. LIIKENNESELVITYKSET

Liikenneselvityksissä on lähtötietoina käytetty yleisen liikenne-laskennan (1965) sekä Kajaanin määräpaikkatutkimuksen 8-11.6.1965 tuloksia.

Siirtyvä liikenne

Määräpaikkatutkimuksesta on kerätty Paltamon ja Vuolijoen haastattelupisteiden tuloksista liikennevirrat, jotka ilmeisesti tulisivat käyttämään uutta Oulunjärven ylitystä. Käytetty aluejako on esitetty kuvassa 2. Haastattelutulokset muunnettiin KVL₆₅-arvoja vastaaviksi vertaamalla haastattelupisteen kokonaisliikennettä yleisen laskennan tuloksiin. Vuolijoen pisteen liikenne-

määrät olivat siksi lähellä yleisen laskennan arvoja, että korjaamista ei tarvittu. Paltamon pisteen tuloksia korjattiin seuraavilla kertoimilla:

HA	LA	KAIP	KAPV	PA
1.25	1.0	1.77	3.72	1.94

Liikennevirtamatriisit esitetty taulukoissa 1-4.

Liikennevirtojen ennusteita laadittaessa on henkilöautojen osalta käytetty kasvukertoimena lähtö- ja määräpaikka-alueiden henkilöautokannan kasvukertoimien keskiarvoa (Alueellinen autokantaennuste, Tiestötoimisto 1967). Muiden ajoneuvoryhmien osalta on käytetty normeissa esitettyjä yleisiä kasvukertoimia. Kasvuker-
toimet on esitetty seuraavissa taulukoissa.

Muu liikenne

Siirtyvät liikennevirrat on vähennetty yleisen liikennelaskennan mukaisista poikkileikkausliikennemääristä kullakin tieosalla. Jäljelle jäävä muu liikenne on ennustettu paikallisen alueen henkilöautokannan kasvukerrointa ja normien mukaisia kuorma- ja pakettiautoliikenteen kasvukertoimia käyttäen.

Kokonaisliikenne

Sijoittamalla siirtyvä liikenne kussakin vaihtoehdossa todennäköisimmälle reitille ja laskemalla yhteen muun liikenteen määrän kanssa saadaan kunkin vaihtoehtoisen tieverkon tieosittaiset liikennemäärät laskentavuosina 1975, 1985 ja 1995 (kuvat 8-10).

Vaihtoehdossa II on liikennevirrat, jotka vuoden 1965 tilanteessa ovat kiertäneet Oulunjärven eteläpuolitse Kajaaniin, on sijoiteltu Paltamon kautta kulkevalle reitille.

Siirtyvän liikenteen kasvukertoimet

Henkilöautot -75/-65

	III	VI	IX	XI
XIII	2.45		2.28	2.30
XIV	2.45		2.28	2.49
XV	2.64	2.64	2.47	2.49
XVI	2.40		2.24	
XVII	2.47			
II	2.73		2.56	2.58

-85/-65

	III	VI	IX	XI
XIII	3.46		3.29	3.27
XIV	3.46		3.29	
XV	4.14	4.14	3.97	3.95
XVI	3.32		3.15	
XVII	3.44			
II	3.30		4.02	3.99

-95/-65

	III	VI	IX	XI
XIII	4.14		3.49	3.78
XIV	4.14		3.49	
XV	5.70	5.70	5.05	5.33
XVI	3.99		3.34	
XVII	4.17			
II	5.52		4.87	5.16

-75/-65 -85/-65 -95/-65

KAIP	1.10	1.20	1.35
KAPV	1.95	3.80	6.20
PA	1.60	2.50	3.70

Piste 7

Vuolijoki

KVL-65

HA	LA	KA	KAPV	PA
----	----	----	------	----

	III					VI					IX					XI				
XIII	13	4	2	3	2						-	-	1	-	-	2	-	1	-	-
XIV																				
XV	7	8	4	11	-	1	-	-	-	1	4	-	1	-	-	1	-	-	-	1
XVI																				
XVII																				
II	1	-	1	-	-											1	-	-	-	-

KVL-75

	III					VI					IX					XI				
XIII	32	4	2	6	3						-	-	1	-	-	5	-	1	-	-
XIV																				
XV	18	8	4	21	-	3	-	-	-	2	10	-	1	-	-	2	-	-	-	2
XVI																				
XVII																				
II	3	-	1	-	-											3	-	-	-	-

Piste 7

Vuolijoki

KVL-85

HA	LA	KA	KAPV	PA
----	----	----	------	----

	III					VI					IX					XI				
XIII	45	4	2	11	5						-	-	1	-	-	6	-	1	-	-
XIV																				
XV	29	8	5	42	-	4	-	-	-	2	16	-	1	-	-	4	-	-	-	2
XVI																				
XVII																				
II	3	-	1	-	-											4	-	-	-	-

KVL-95

	III					VI					IX					XI				
XIII	54	4	3	19	7															
XIV																				
XV	40	8	5	68	-	6	-	-	-	4	20	-	1	-	-	5	-	-	-	4
XVI																				
XVII																				
II	6	-	1	-	-											5	-	-	-	-

Piste 8

Paltamo

KVL-65

HA	LA	KA	KAPV	PA
----	----	----	------	----

	III					VI					IX					XI				
XIII	20	3	12	-	6						2	-	-	-	-	1	-	-	-	-
XIV	39	2	5	-	10						4	-	2	-	-					
XV	66	4	5	19	4	1	-	-	-	-	24	-	-	4	2	1	1	2	-	-
XVI	-	-	-	-	2						1	-	-	-	-					
XVII	1	-	-	-	-															
II	10	-	-	-	-						5	-	-	-	-					

Siirtyvä liikenne -75

	III					VI					IX					XI				
XIII	49	3	13	-	10						5	-	-	-	-	2	-	1	-	-
XIV	96	2	6	-	16						9	-	2	-	-					
XV	175	4	6	37	6	2	-	-	-	-	59	-	-	8	3	3	1	2	-	-
XVI	-	-	-	-	3						2	-	-	-	-					
XVII	2	-	-	-	-															
II	27	-	-	-	-						13	-	-	-	-					

Piste 8

Paltamo

Siirtyvä liikenne -85

HA	LA	KA	KAPV	PA
----	----	----	------	----

	III					VI					IX					XI				
XIII	69	3	15	-	15						7	-	-	-	-	4	-	-	-	-
XIV	135	2	6	-	25						13	-	2	-	-					
XV	273	4	6	72	10	4	-	-	-	-	95	-	-	15	5	4	1	2	-	-
XVI	-	-	-	-	5						3	-	-	-	-					
XVII	3	-	-	-	-															
II	33	-	-	-	-						20	-	-	-	-					

Siirtyvä liikenne -95

	III					VI					IX					XI				
XIII	83	3	16	-	23						7	-	-	-	-	3	-	-	-	-
XIV	161	2	7	-	37															
XV	376	4	7	118	15	5	-	-	-	-	121	-	-	25	7	6	1	3	-	-
XVI	-	-	-	-	7						3	-	-	-	-					
XVII	4	-	-	-	-															
II	55	-	-	-	-						24	-	-	-	-					

Vaihtoehdossa I on kaikki siirtyvät liikennevirrat sijoiteltu uudelle Oulunjärven ylittävälle reitille (tieosat 1, 11, 12).

Paltamon länsiosan (alue XIV) ja Kajaanin välinen liikennevirta on sijoiteltu O- ja II-vaihtoehdoissa tieosille 3-6 ja vaihtoehdossa I tieosalle 12. Menettely on hieman likimääräinen johtuen karkeasta aluejaosta. Katsottiin kuitenkin, että em. alueen asutuksen painopiste asettuu johonkin Hakasuon, Kiveskylän paikoille. Tällöin voidaan katsoa, että alueen matkojen tarkastellun verkon ulkopuolelle tulevan osuuden pituus on keskimäärin yhtä suuri kussakin vaihtoehdossa.

Syntyvä liikenne

Syntyvän liikenteen arvio perustuu Kajaanin määräpaikkatutkimuksen perusteella laadittuun matkatuotoskäyrään (kuvat 13-14). Syntyvää liikennettä tulee todennäköisesti muodostumaan Vaalan ja Kajaanin välille sekä Paltamon länsiosan ja Kajaanin välille (liikennevirrat XIII...III ja XIV...III). Koska näiden alueiden väliset etäisyydet lyhenevät huomattavasti mikäli uusi tieyhteys Oulunjärven yli toteutetaan.

Paltamon länsiosan ja Kajaanin välinen liikenne on v. 1965 määräpaikkatutkimuksen mukaan ollut 0.25 hay/rek.ajon. Matkan lyheneminen noin 20 km:llä aiheuttaisi matkatuotoksen kasvamisen arvoon 0.50 hay/rek.ajon. Tämän mukaan tulisi syntyvä liikenne olemaan yhtä suuri kuin kohdassa siirtyvä liikenne esitetty liikennevirta.

Vaalan ja Kajaanin välisen yhteyden lyheneminen noin 28 km:llä nostaisi matkatuotoksen 0.15 - 0.30 hay/rak.ajon. Tässäkin ta-

pauksessa kasvaisi Vaalan ja Kajaanin välinen liikennevirta syntyvän liikenteen ansiosta kaksinkertaiseksi.

Syntyvä liikenne kev./rask.

	Kajaani		
	1975	1985	1995
Paltamon länsiosa	112/8	160/8	198/9
Vaala	94/28	134/35	167/45
Yht.	206/36	294/43	365/54

Koska syntyvän liikenteen huomioon ottaminen taloudellisissa laskelmissa on verraten komplisoitu asia ja siitä on esitetty eriäviä menettelytapoja, on ilmeisesti parasta suorittaa taloudelliset laskelmat ensin huomioon ottamatta syntyvää liikennettä. Tämän jälkeen voidaan erikseen laskea syntyvälle liikenteelle eri vaihtoehtoissa muodostuvat säästöt ja haitat.

Yleistä liikenneselvityksistä

Tapauksissa, joissa tarkastellaan pitkää tien oikaisua, taajaman ohitustietä tai yleensä tien parantamista uutta suuntaa noudattaen, on taloudellisten laskelmien pohjaksi otettavien liikennemäärien perustuttava määräpaikkatutkimukseen. Mikäli tällaista tutkimusta ei ole tehty aikaisemmin, tulee se suorittaa laskelmien perustaksi. Suurin osa tapauksista on yksinkertaisempia ja alueeltaan pienempiä kuin esimerkkitapauksessa. Tavallisessa tapauksessa tällaisen pelkästään taloudellisten laskelmien pohjaksi tulevan yksinkertaisen määräpaikkatutkimuksen suorittaminen ei ole suuritöinen eikä vaikea suorittaa. Samoin syntyvän liikenteen arvion tulee perustua tutkimukseen.

3. TOIMENPIDEVAIHTOEHDOT

Nolla-vaihtoehto

Jotta eri hankkeiden korkoprosentteja voitaisiin verrata keskenään, on 0-vaihtoehdoksi aina syytä ottaa tapaus, jossa ei suoriteta investointeja lainkaan. Tämä saattaa tuoda mukanaan myös vaikeuksia. Esimerkkitapauksessa nousevat liikennemäärät tarkasteluajanjakson aikana niin suuriksi, ettei öljysoran kestävyys enää riitä, eikä sen kunnossapitokustannuksista niin suurilla liikennemäärillä ole enää tietoa. Öljysorapäällysteeseen voidaan katsoa kestävän 2000 hay/vrk suuruisen liikenteen. Kuvassa 16 esitetyt kunnossapitokustannusten käyrät ulottuvat myös 2000 hay/vrk suuruiseen liikenteeseen saakka. Mikäli kustannuksia joudutaan arvioimaan suuremmilla liikennemäärillä, voidaan tehdä siten, että kunnossapitokustannukset ekstrapoloidaan em. käyrästä sopivaa käyräviivainta käyttäen ja ajokustannukset otetaan vastaavan levyisen soratien taulukoista.

I-vaihtoehto

I-vaihtoehdoksi otettiin uuden tien rakentaminen Oulunjärven yli. Poikkileikkaukseksi valittiin IIN-8/7 ja päällysteeksi kestopäällyste. Ko. poikkileikkausta voidaan perustella sillä, että kyseessä on kantatie, joka tulevaisuudessa mahdollisesti tullaan muuttamaan valtatieksi. Ennusteen mukaiselle liikennemäärälle on poikkileikkaus riittävä.

II-vaihtoehto

II-vaihtoehdoksi on valittu nykyisen tien parantaminen lähinnä nykyistä linjausta noudattaen. Vaihtoehtoa voidaan perustella

sillä, että tien geometria nykyisellään on verraten hyvä muutama suurehkoa nousua lukuun ottamatta. Koska lisäksi eräänä tärkeänä päämääränä tarkastelussa on ratkaista tien suuntaus (järven ylitys tai kiertäminen) on vanhan tien rakenteen parantamista pidettävä eräänlaisena perusvaihtoehtona. Tien poikkileikkaukseksi on valittu II-8/7 kp samoin perusteluin kuin I-vaihtoehdossakin.

Tieosat 5, 6 ja 9 on oletettu kaikissa vaihtoehtoissa II 8/7 kp teiksi, koska niiden parantaminen on sisällytetty lähivuosien ohjelmiin ja toteutettaneen ennen vuotta 1975. Em. tieosien parantaminen on perusteltua riippumatta kantatien 77 parantamisesta.

Ensin on syytä suorittaa taloudelliset vertailut em. kolmen perusvaihtoehdon välillä. Mikäli joku tai jotkut vaihtoehdot näyttäisivät selvästi toisia kannattamattomammilta, voidaan ne jättää jatkotarkastelujen ulkopuolelle. Tämän jälkeen voidaan vielä suorittaa tarkasteluja eri poikkileikkausten välillä.

Tieosajako

Tieverkko on jaettu tieosiin silmällä pitäen sitä, että osat olisivat liikennemäärältään ja inventointiarvoltaan mahdollisimman homogeenisia. Tieosajako on otettu verraten karkeaksi tieverkon suuren pituuden vuoksi. Jatkotarkasteluissa on syytä tihentää jakoa ottaen huomioon liikenteen ja inventointiarvojen lisäksi myös rakentamisolosuhteet.

Tieosa 7 on kaupunkialuetta ja katutyypistä. Näin ollen sille on vaikea määrittää ajokustannuksia. Kuitenkin on eri vaihtoehtoja vertailtaessa suuri merkitys sillä, miten sujuvasti maantie-

verkolta päästään kaupungin keskusta. Tässä tapauksessa ovat eri vaihtoehdot kuitenkin tasa-arvoisia tässä suhteessa. Sekä etelästä että pohjoisesta tultaessa voidaan erottaa noin 2 km pituinen jakso katutyypistä osuutta. Näin ollen voidaan tieosa 7 jättää laskelmissa huomioon ottamatta. (Kaupungin keskusta sijaitsee tieosan 7 keskellä.)

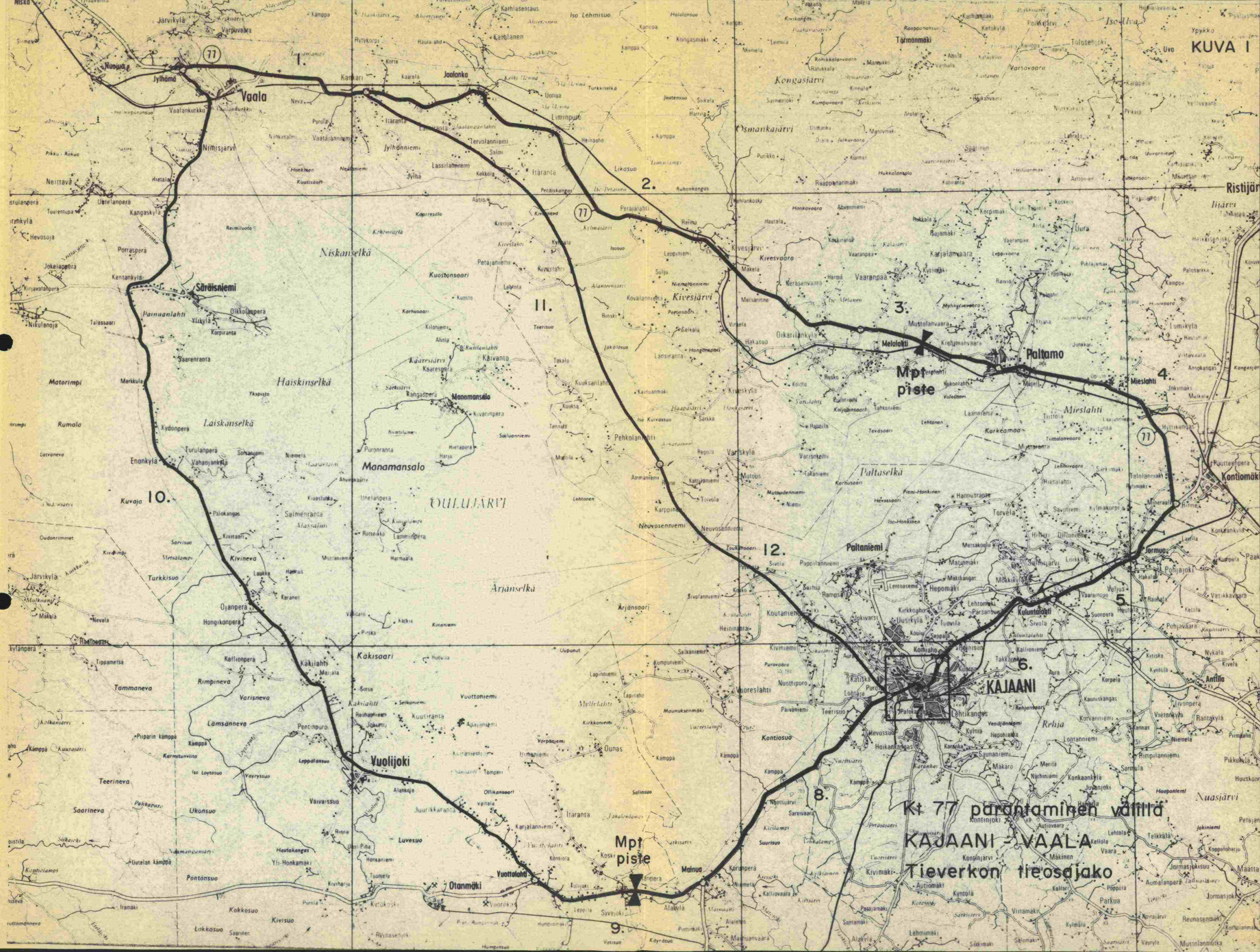
4. KUSTANNUSLASKELMAT

Rakennuskustannukset määritetään "käsilaskentaohjeiden" mukaan. On huomattava, että taulukkomenetelmän arvot ovat vuoden 1964 hintatasoa. Rakenteen parantamiskustannuksia arvioitaessa on ko. kustannukset muunnettava, mikäli ne perustuvat nykypäivän arvoihin, esim. tierakennuskustannusindeksin avulla v. 1964 hintatasoa vastaaviksi.

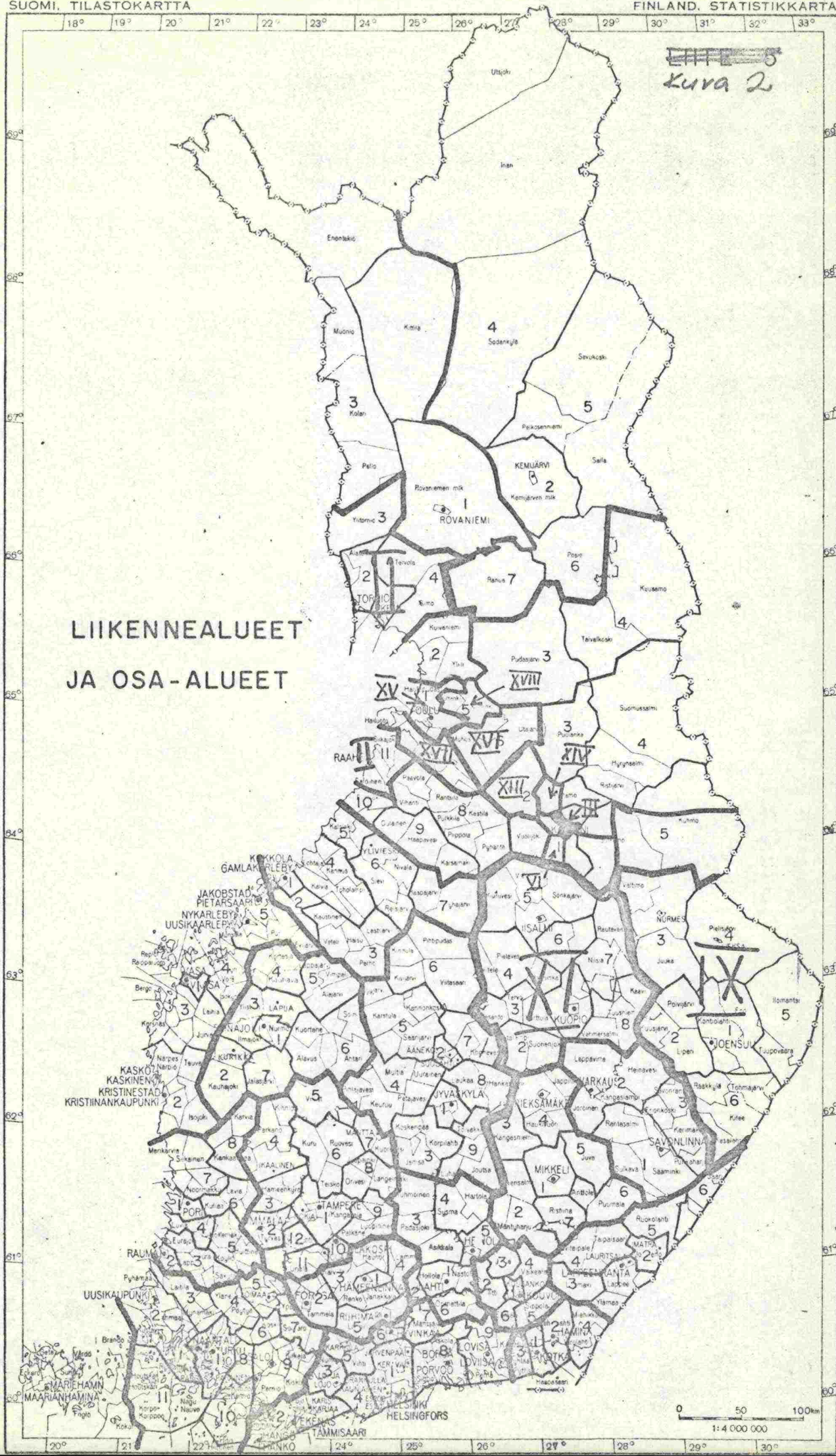
5. LOPPUTOTEAMUKSIA

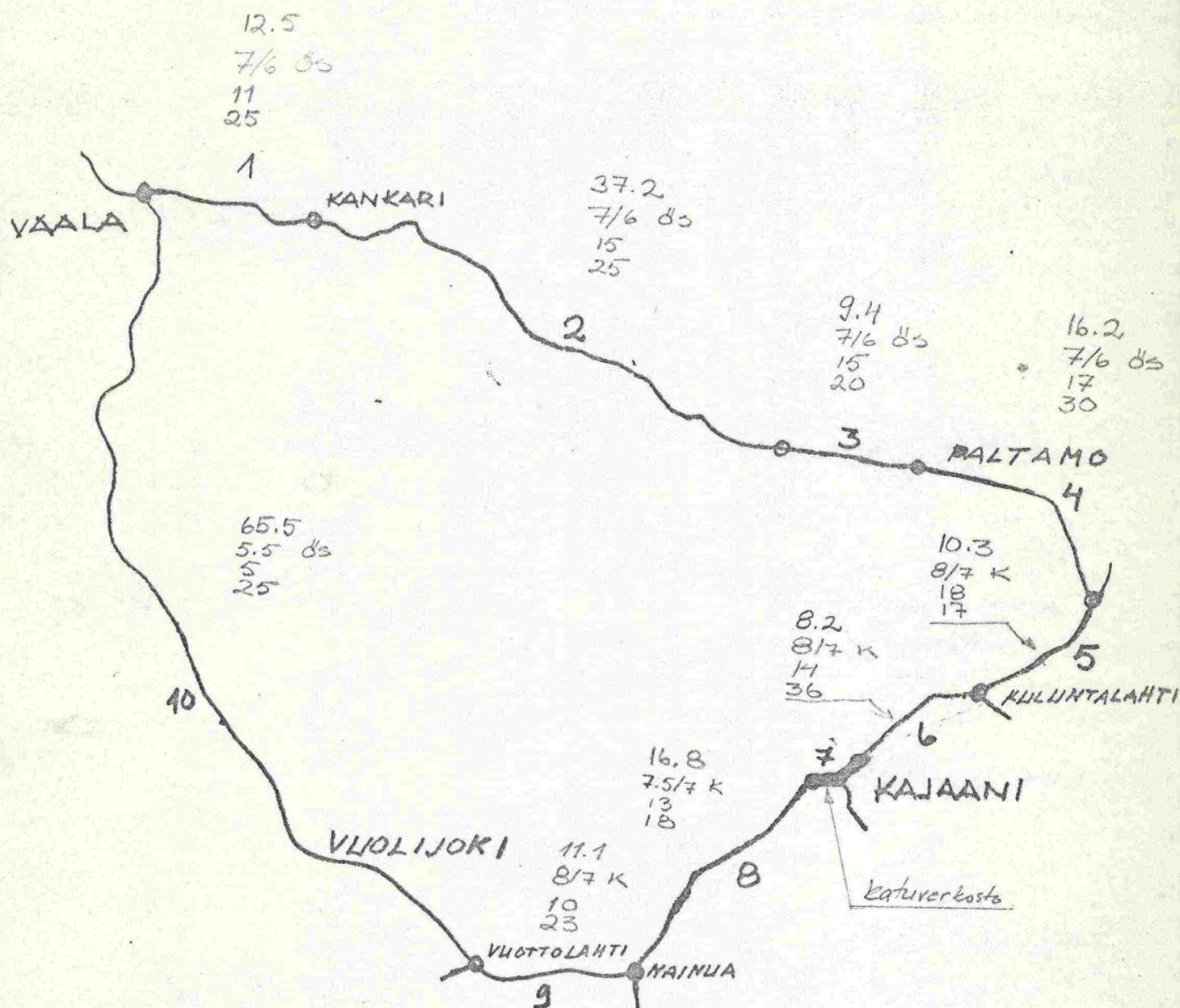
Laskelmien esittämisen suhteen on syytä muuttaa aikaisempaa käytäntöä siten, että investointilaskentalomakkeet n:o 1 ja 2 korvataan karttaesityksillä oheisen esimerkin tapaan. Liikennetiedoista on esitettävä lisäksi määräpaikkatutkimuksen liikennevirtamatriisit.

Edellä esitetty ei pyri olemaan täydellinen ohje investointilaskelmien suorittamiseksi, vaan siinä on puututtu esimerkin valossa muuttamiin yksityiskohtiin, joissa aikaisemmin on esiintynyt epäselvyyttä.



Kt 77 parantaminen välillä
KAJAANI - VAALA
Tieverkon tieosajako



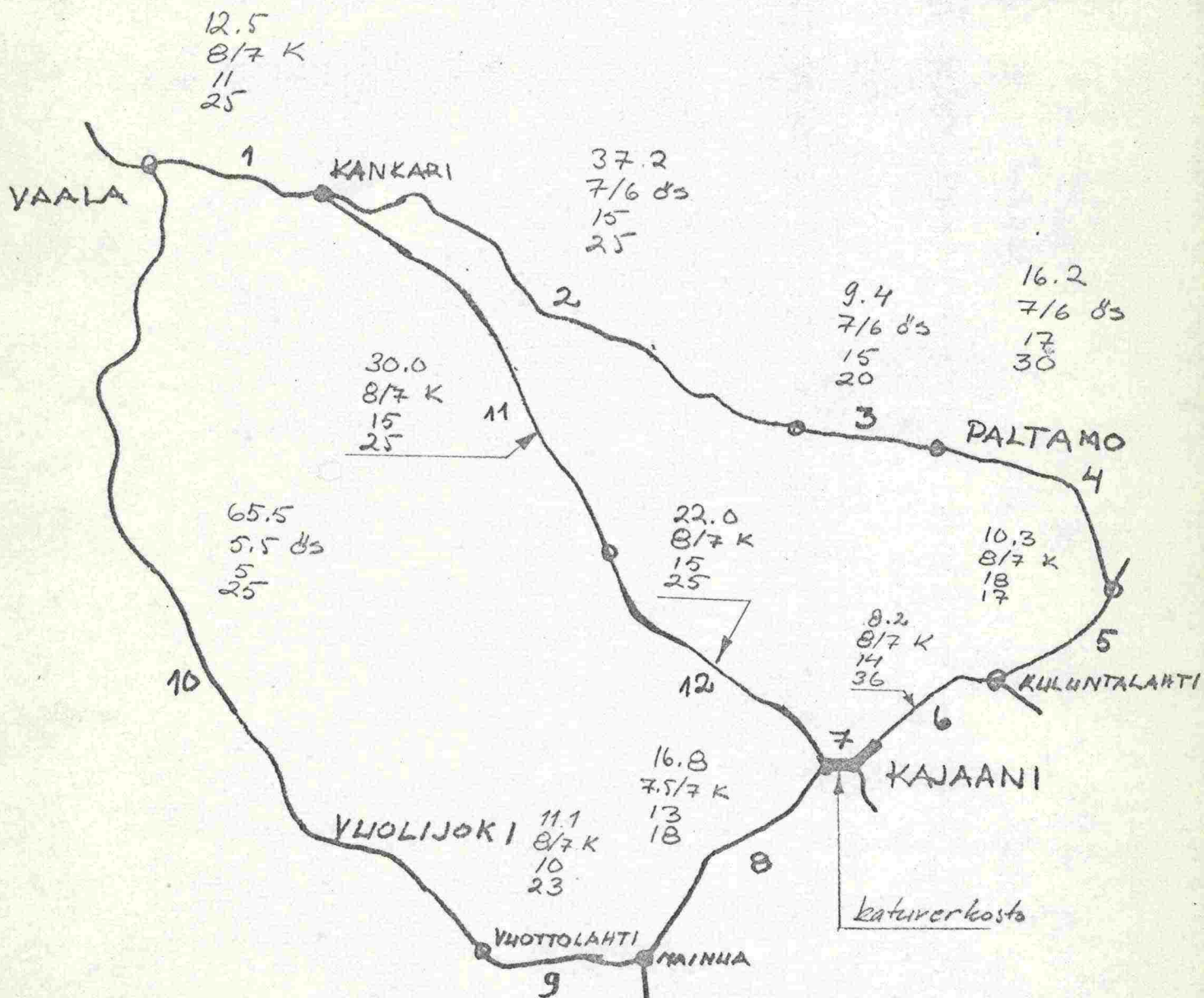


12.5 Pituus
7/6 ds Poikkil. ja päänll.
11 Näkisyys
25 Kaartaisuus

TIEN OMINAISUUDET w.1975

-85
-95

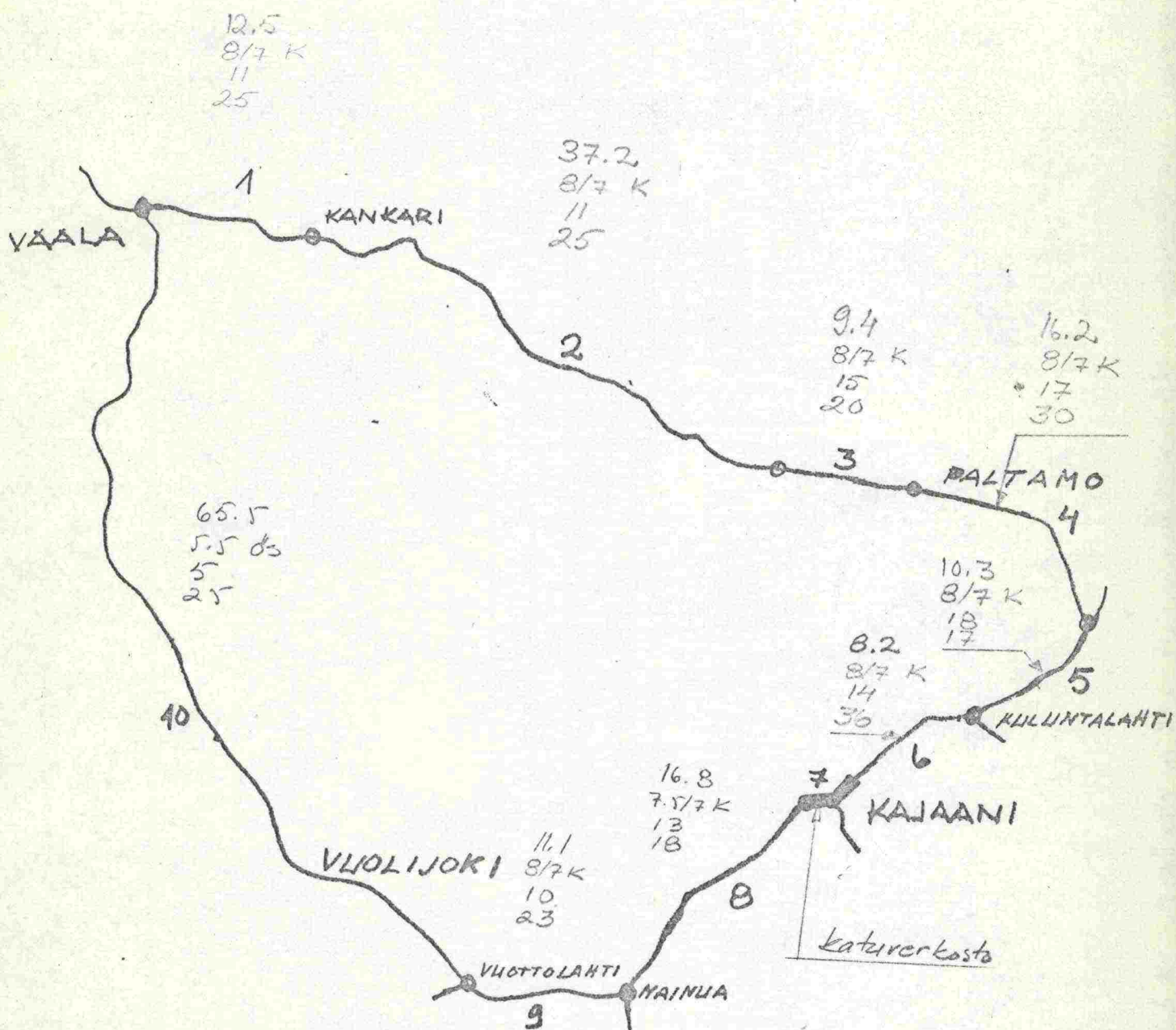
O-VAIHTOEHTO



12.5
8/7 K
11
25

Pituus
Poikkil./a pääll.
Näköisyyds
Kaarteisuus

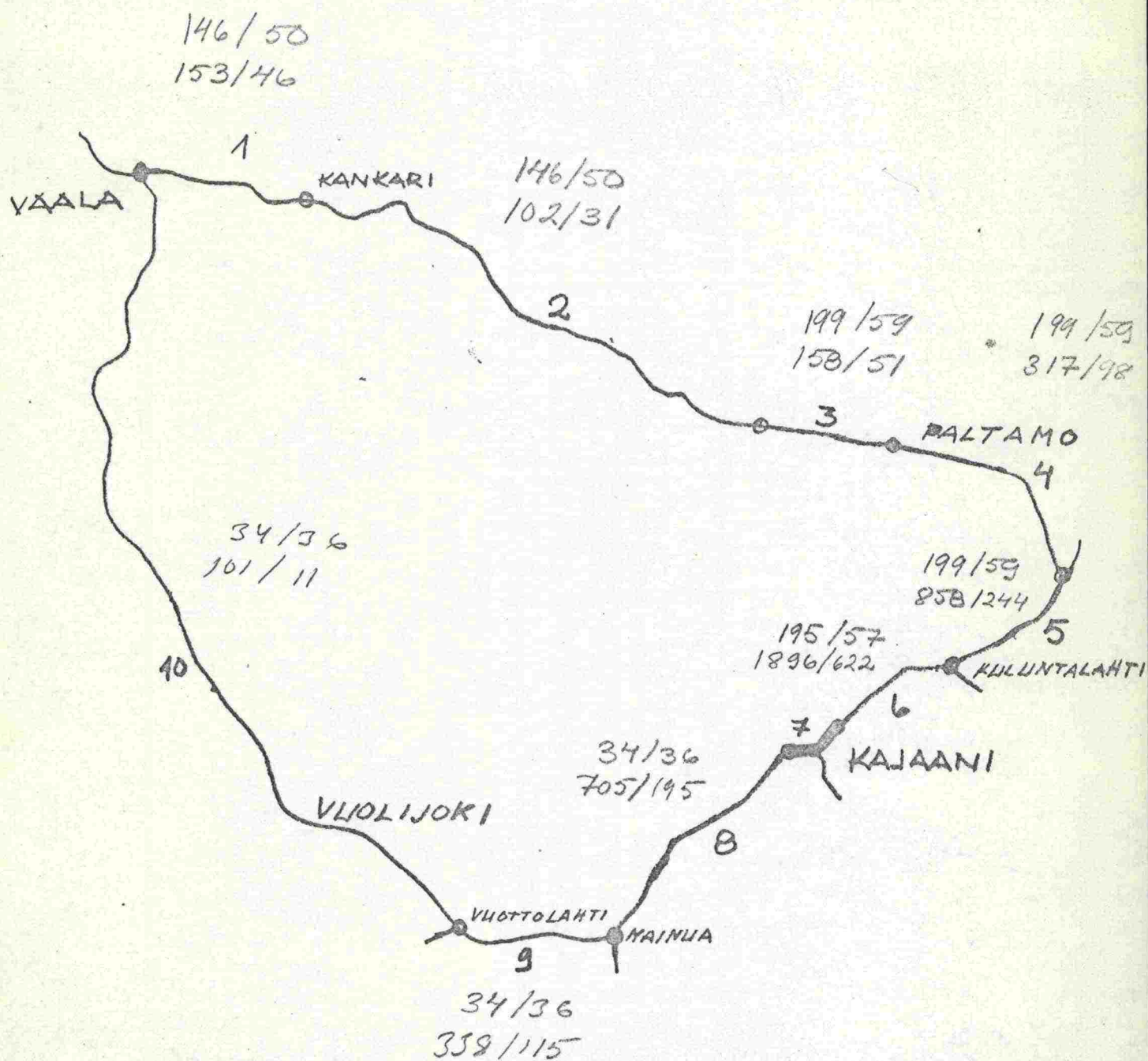
TIEN OMINAISUUDET 1975, 1985, 1995
I - VÄINTOEHTO



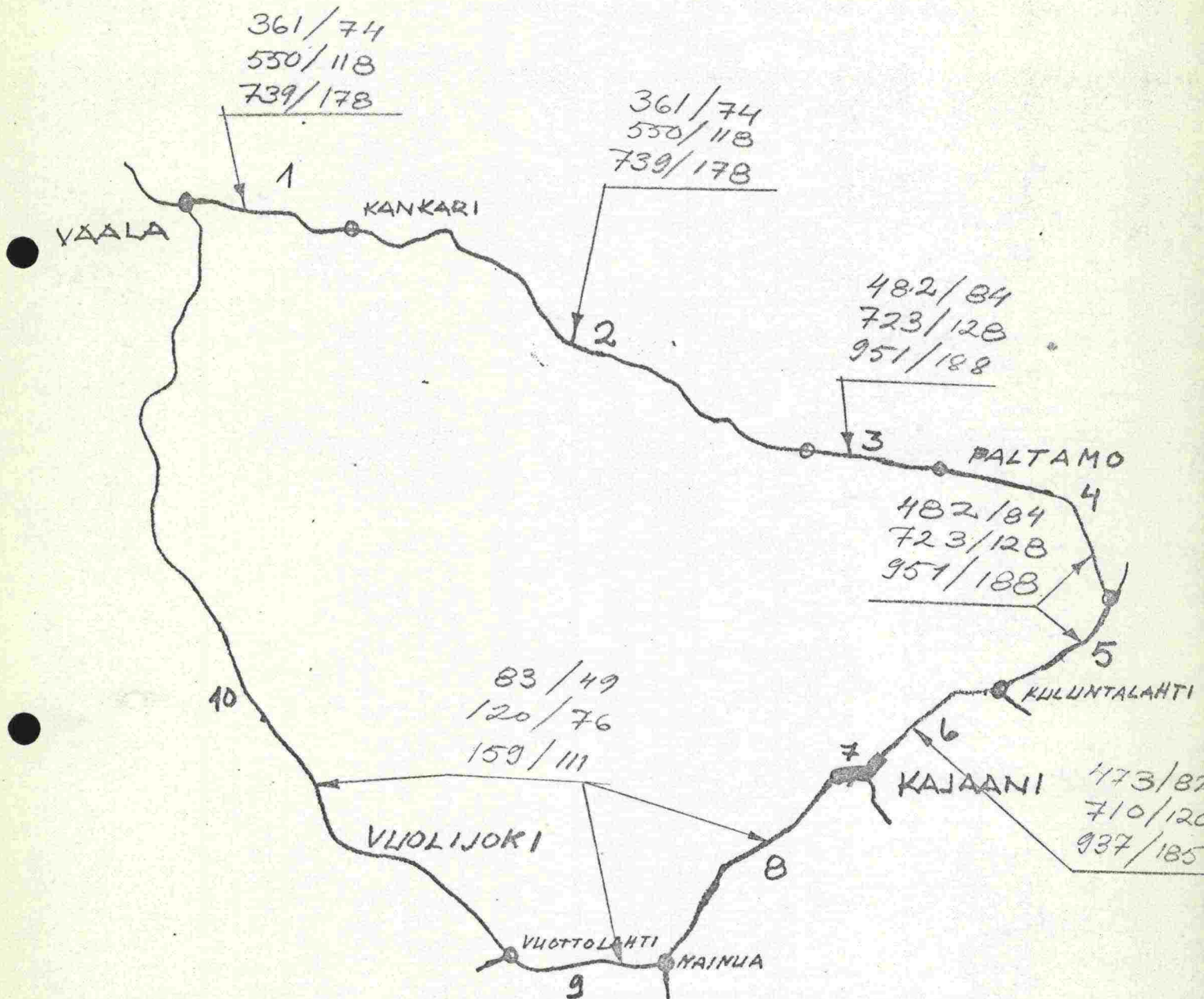
12.5 pituus
8/7 K poikku. ja pääll.
11 mäkiisyys
25 kaarteisuus

TIEN OMINAISUUDET
1975, 1985, 1995

II - VAIHTOEHTO

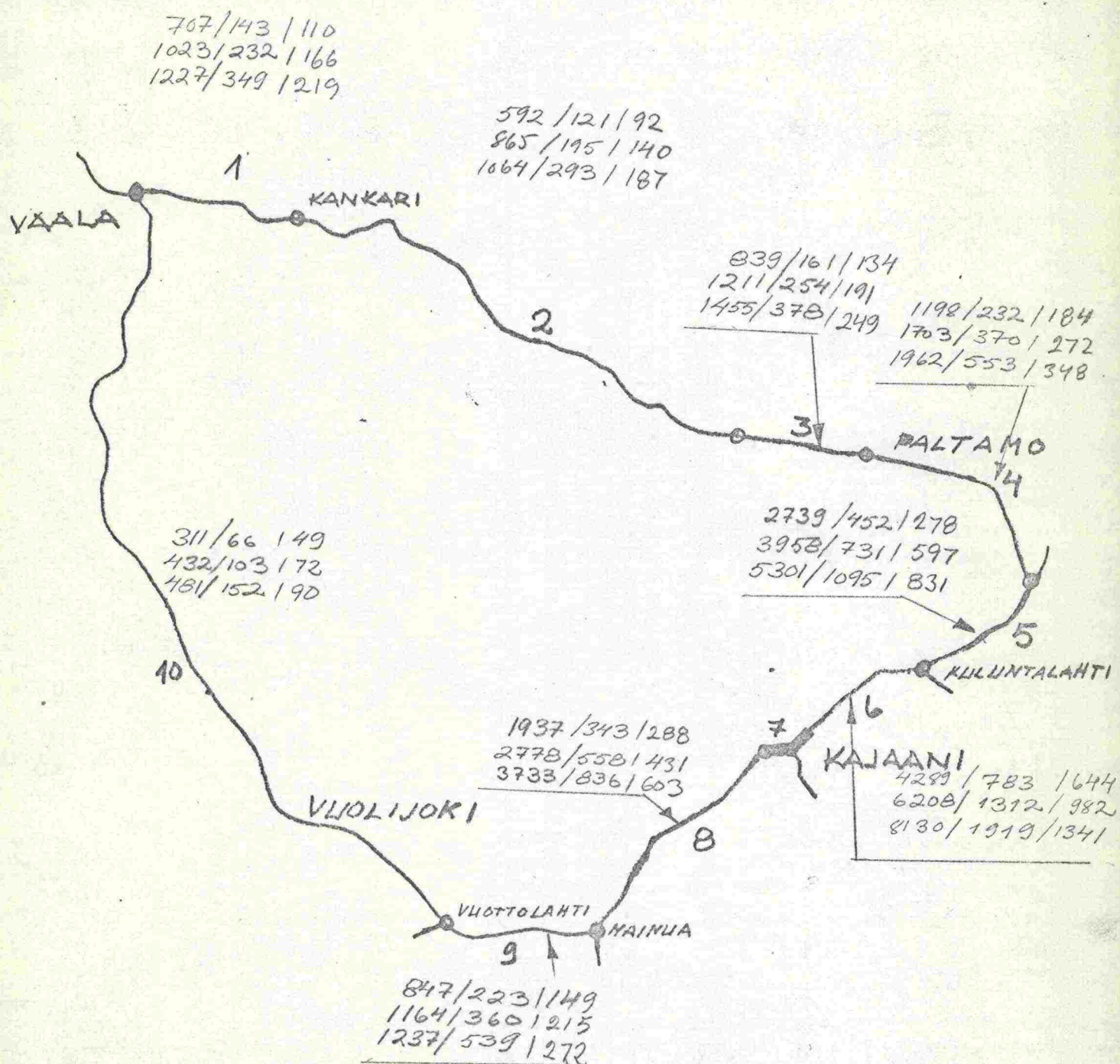


LIIKENNE V. 1965 TIEOSITTAIN
Yleisen liikennelaskennan ja Kajaanin
määräpaikkatutkimuksen mukaan
siirtyvä liikenne kevyet/raskaat
muu liikenne kevyet/raskaat



SIIRTYVÄ LIIKENNE TIEDOSITAIN
O-VAIHTOEHTO

KVL 75 kevyet / raskaat
KVL 85 - " -
KVL 95 - " -



KOKONAISLIKENNE (ei synt. liik.)

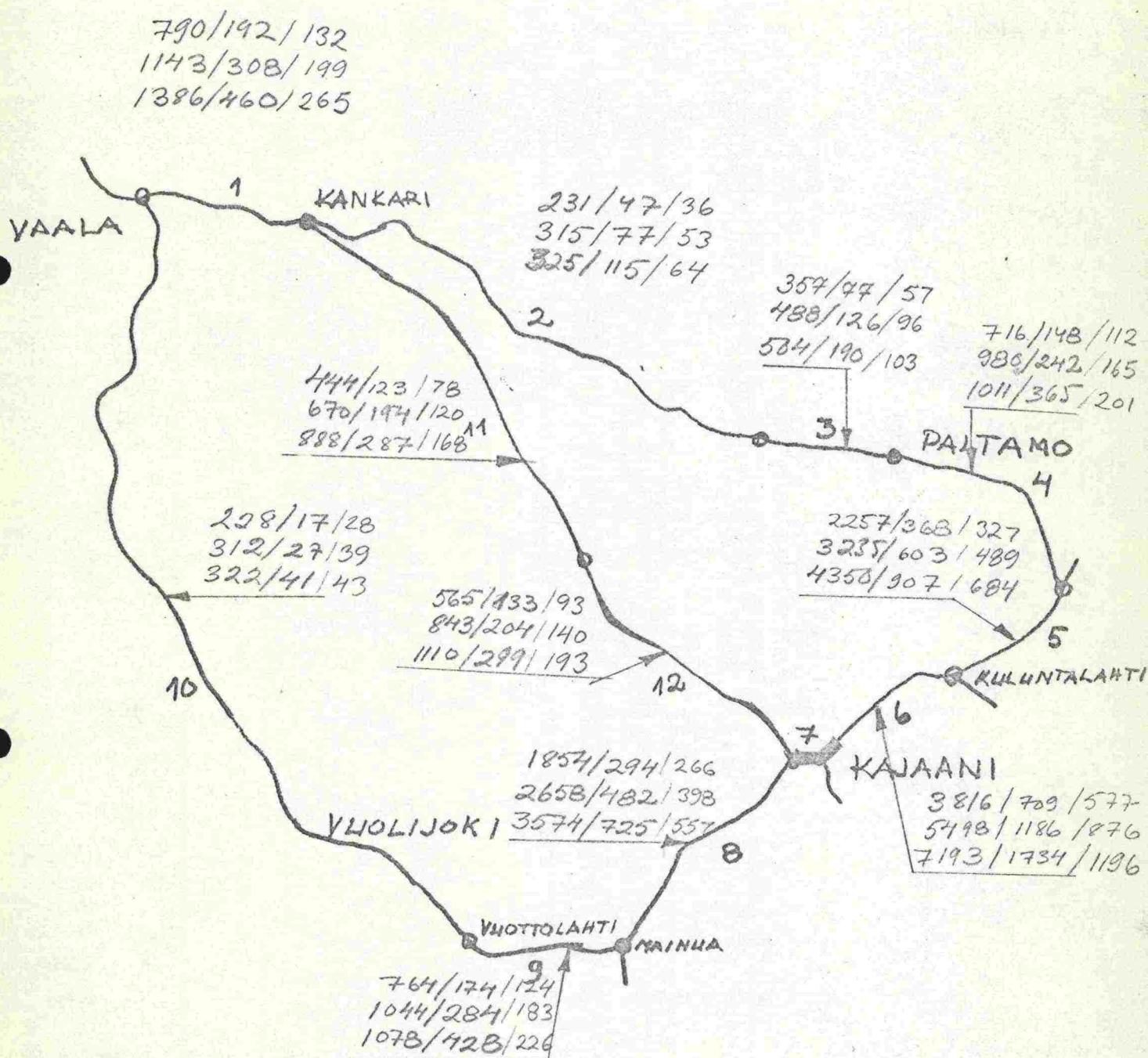
O - VAIHTOENTO

$$T = 0.1 (KVL_b + 2.75 \cdot KVL_r)$$

KVL₇₅ Kevyet / KVL₇₅ Raskaat / Tunti/liik.

" 85 " / " 85 " / "

" 95 " / " 95 " / "



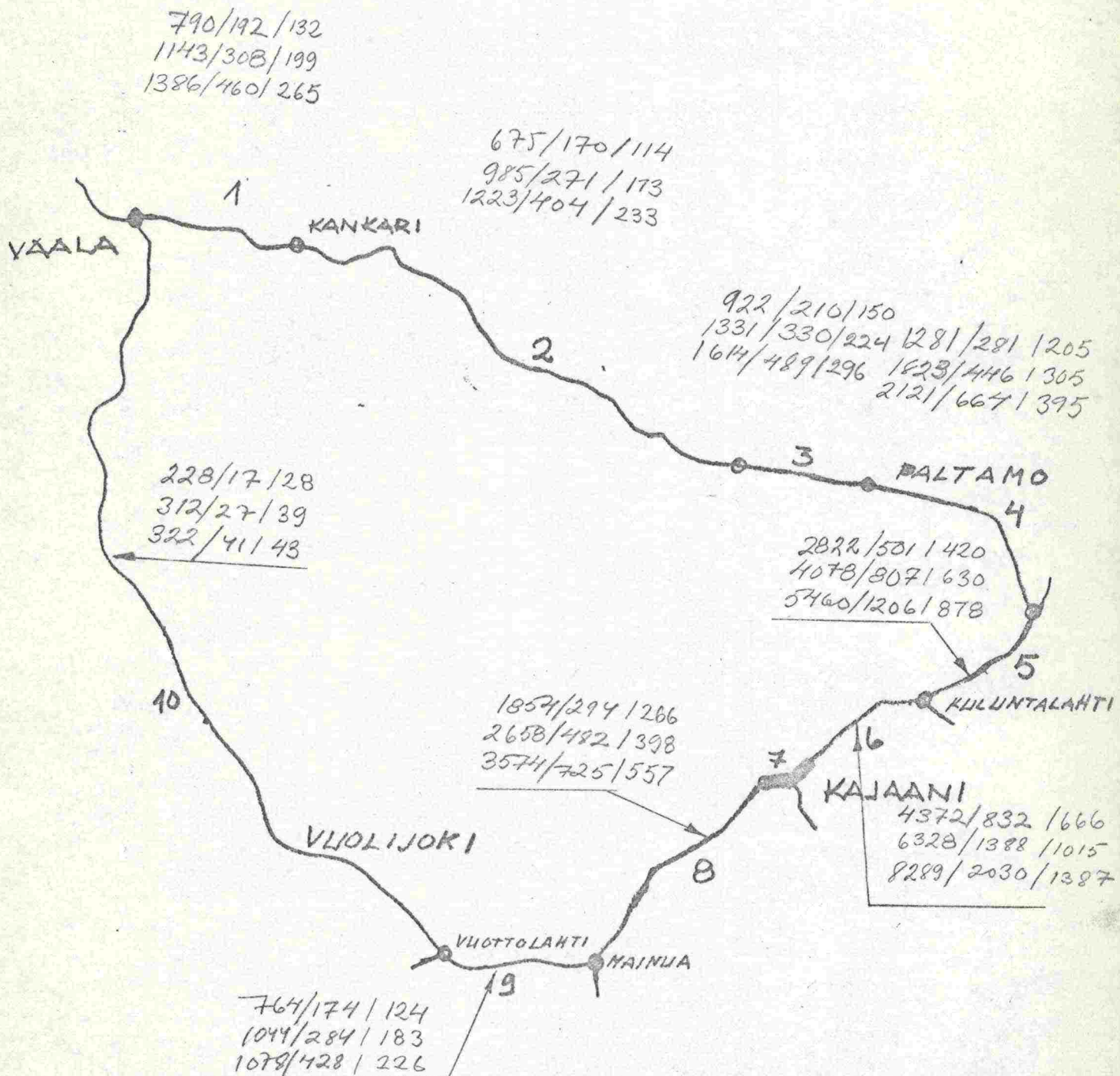
KOKONAISLIKENNE (ei synt. lük.)

I - VAIHTOEHTO

$$T = 0.1 (KVL_k + 2.75 \cdot KVL_r)$$

KVL₇₅ Koryet / KVL₇₅ Raskaat / Tuntiliik.

" 85	"	" 85	"
" 95	"	" 95	"



KOKONAISLIIKENNE (ei synt. liik.)

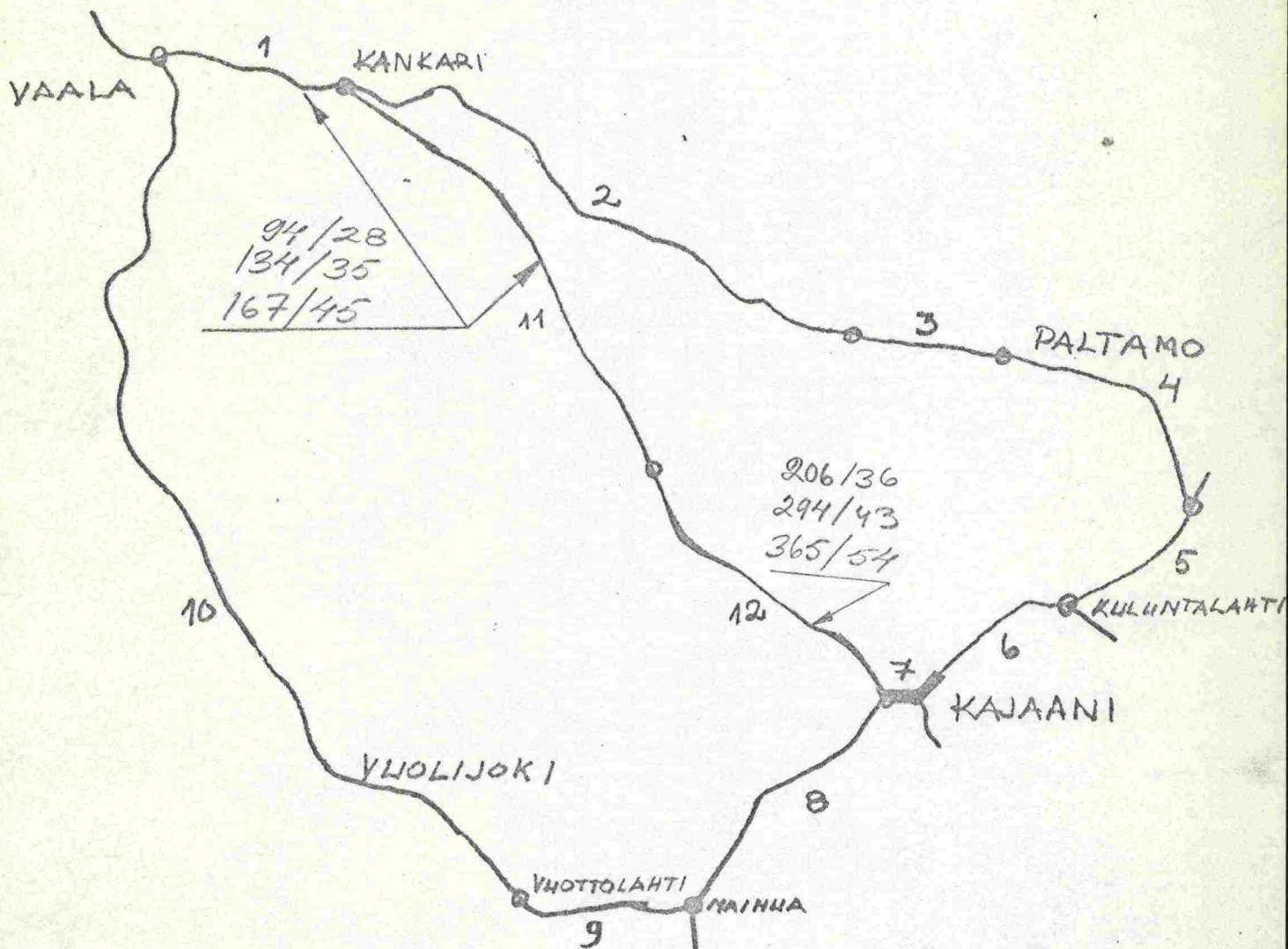
II - VAIHTOEHTO

KVL₇₅ Keuyet / KVL₇₅ Raskaat / Tuntti/liik.

" 85 " 85 "

" 95 " 95 "

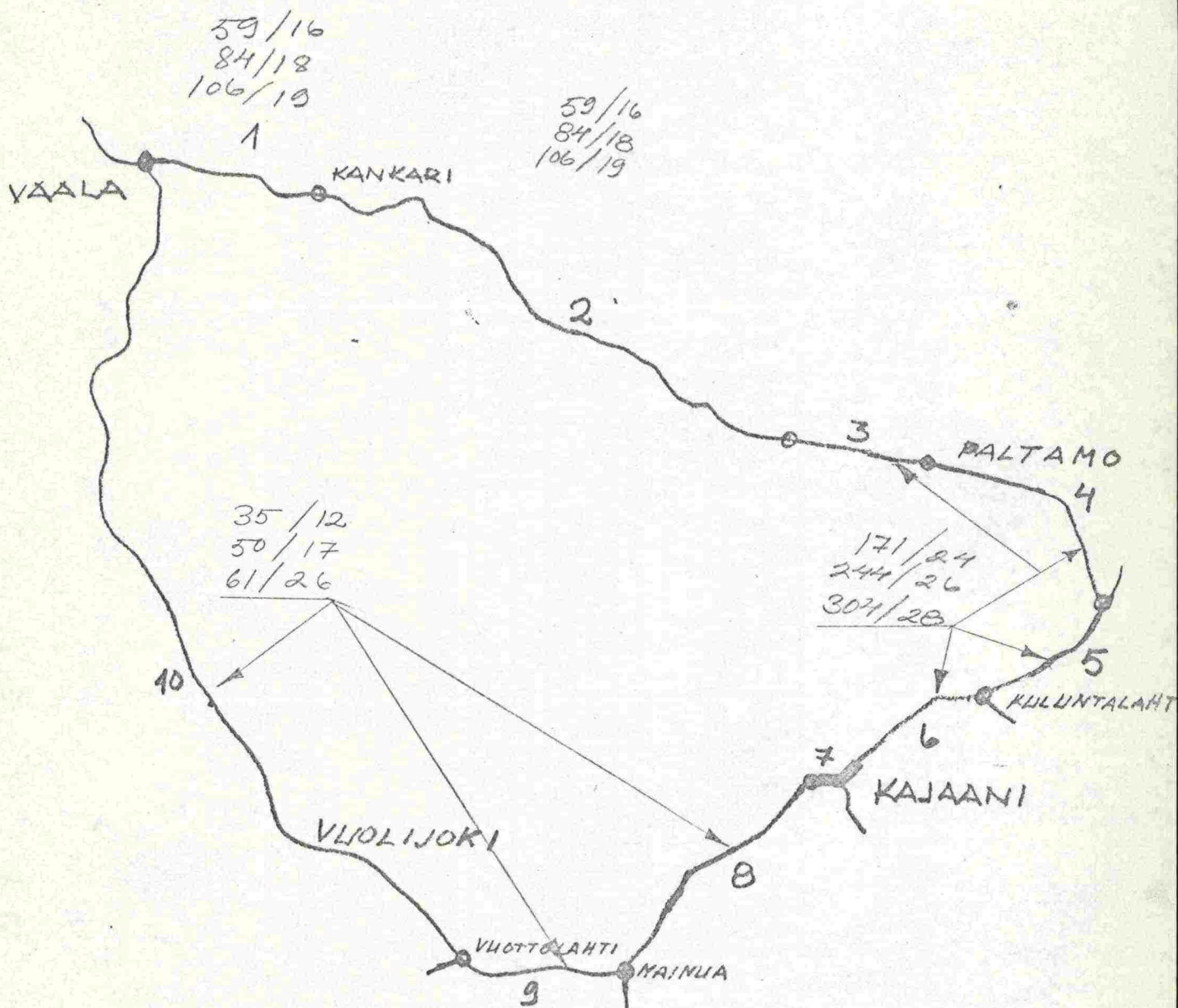
$$T = 0.10 \cdot (KVL_k + 2.75 \cdot KVL_r)$$



SYNTYVÄ LIIKENNE

I - VAIHTOEHTO

KVL 75	kevyet / raskaat
KVL 85	- " -
KVL 95	- " -



SYNTYVÄ LIIKENNE

SIOITELTUNA NYKYISELLE VERKOLLE

O- π -VAIHTOEHDOT

KVL 75 keryet / raskaat

KVL 85 - " -

KVL 75 - " -

- 22 Paltaniemi
- 23 Jormua
- 26 Lehtovaara
- 27 Mainua
- 30 Salkoma kko
- 31 Tipas
- 32 Maanselkä
- 33 Tuhtokylä
- 34 Pohjajärvi
- 40 Kähkö kko
- 41 Rastinjärvi
- 43 Lentura
- 50 Vuolijoki kko
- 51 Otanmäki
- 52 Vuotilalahli
- 60 Paltama kko
- 61 Melalahli

Mallikatuotosluku (noy)

6.0
5.5
5.0
4.5
4.0
3.5
3.0
2.5
2.0
1.5
1.0
0.5
0.15
0

Koj.mlk

23

• 27

• 34

• 26

• 33

• 30

• 60

• 30

Salkoma

• 61

Vuolijoki

Paltama

• 32

Ristinjärvi

• 52

• 61

• 31

Hyyrynsalmi

Vaala

Jisalmi

• 40

• 61

20

40

60

80

100

Mallatuotosluvun keskiarvokäyrä

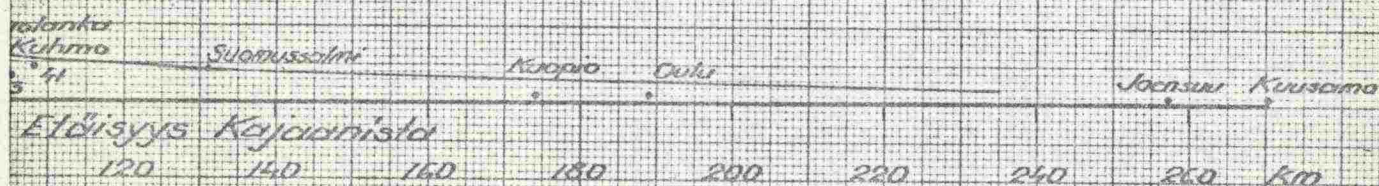
(v. 1965 liikenteen määräpaikkatulkimukseen mukaan)

1. Mallatuotosluku henkilöautoyksikköinä = MTL hay

2. Mallat Kajonin ja ko. paikan välillä
henkilöautoyksikköinä * M hay

3. Ko. paikan rekisteröidyt autot = AR

$$MTL_{hay} = \frac{M_{hay}}{AR}$$



vuotuisten kunnossapitokustannusten
riippuvuus päällysteestä ja liikennemäärästä
2-kaistaisella tiellä

mk/km

5000

4000

3000

2000

1000

④

⑤

③

②

①

①

kestopäällystetie

②

rakennettu öljysoratie

③

rakentamaton öljysoratie

④

soratie (maantie)

⑤

— " — (peikallistie)

1000

2000

3000

4000

5000

6000

7000

KVL

hay

Taloudellinen laskelma tasoliittymän muuttamisesta eritaso-
liittymäksi kaksikaistaisella tiellä

Esimerkkitapaus: Lauttakylän liittymä (vt 2 ja 9)

Seuraavassa esitetään esimerkin luontoisesti kannattavuuslaskelma Lauttakylän nykyisen tasoliittymän korvaamisesta eritasoliittymällä. Perusteina on mahdollisuuksien mukaan käytetty todellisia olosuhteita ao. liittymässä. Ellei tosiasiatietoja ole ollut käytettävissä, on tehty olettamuksia. Suunniteltu eritasoliittymä, jonka kannattavuutta laskelmalla pyritään selvittämään, on Turun tv-piirissä v.1966 laaditun suunnitelman mukainen yksiramppinen liittymä. Liikenteellisinä perusteina ovat olleet eri yhteyksissä suoritettut liikennelaskennat ja laaditut ennusteet.

On huomattava, että seuraavassa käsitellään liittymän parantamista erillisenä hankkeena ja olosuhteiden muulla tieverkolla oletetaan pysyvän ennallaan. Liittymän parantamisen ei myöskään oleteta vaikuttavan liikenteen jakautumiseen tieverkolla. Laskenta-ajanjakso on v. 1970-1990.

1. Lähtötiedot

1.1 Teknilliset tiedot

A. Nykyinen tasoliittymä (kuva 1)

Molemmat risteävät tiet, valtatie 2 ja 9, ovat liittymän kohdalla kaksikaistaisia, kestopäällysteisiä teitä. Molempien poikkileikkauksena käytetään ajokustannuksia määritettäessä

tyyppiä 10/7. Valtatie 2 (Helsinki-Pori) on etuajo-oikeutettu, valtatie 9:llä (Turku-Tampere) on liittymän molemmin puolin pakollista pysähtymistä osoittava liikennemerkki. Kummallakin tiellä otaksutaan liittymän kohdalla olevan 70 km/h:n nopeusrajoitus.

Laskelmassa tarkastellaan risteäviä teitä 1 km:n matkalla, 0.5 km liittymän molemmin puolin, koska parantamissuunnitelman mukaiset muutokset ulottuvat suunnilleen tälle matkalle. Näiden osuuksien mäkisyys- ja kaarteisuusarvot on esitetty kuvassa 1.

B. Suunniteltu eritasoliittymä

Liittymän kaavakuva on esitetty kuvassa 1. Valtatie 2 kulkee valtatie 9 yli ja teitä yhdistää yksi kaksisuuntainen ramppi, jonka kummassakin päässä on tavanomainen T-liittymä, jossa rampista tuleville on osoitettu pakollinen pysähtyminen. Rampin pituus on 240 m. Tässäkin tapauksessa otaksutaan kummallakin tiellä olevan 70 km/h:n nopeusrajoitus liittymän kohdalla. Risteävien teiden samoinkuin rampin geometriset ominaisuudet nähdään kuvassa 2.

1.2 Liikenne

Liittymän eri haarojen liikennemäärät on saatu v:n 1965 yleisestä liikennelaskennasta. Ennustetta laadittaessa on apuna käytetty soveltaen Turun piirissä laadittua ennustetta. Liikenteen jakautuminen eri ajosuunnille liittymässä on määritetty lähtien v.1962 suoritettussa liittymäliikennelaskennassa saaduista tuloksista. Mainituista eri lähteistä saadut tiedot eivät soveltuneet yhteen kovin hyvin, mutta koska tarkoi-

tuksena tässä yhteydessä oli pelkästään saada aikaan johdonmukainen liikenneasetelma esimerkiksi laskelmaa varten, voitiin niitä käyttää hyväksi. Saadun liikenneasetelman oikeellisuuteen ei tässä ole kiinnitetty huomiota.

Liikennemäärät (kevyet ja raskaat ajoneuvot erikseen) eri ajosuunnissa on määritetty laskenta-ajan alku- ja loppuvuodelle, siis vv. 1970 ja 1990. Liittymän liikennevirtakaavio (KVL 1970) nähdään kuvassa 3. Eri ajosuuntien kevyiden ja raskaiden ajoneuvojen määrät ohjeajankohtina on esitetty seuraavassa taulukossa. Suuntien numerointi: 1 = Pori, 2 = Tampere, 3 = Helsinki ja 4 = Turku.

Taulukko 1.

Ajosuunta	KVL 1970		KVL 1990	
	kevyet	raskaat	kevyet	raskaat
1-3	565	215	1420	390
3-1	650	250	1650	450
2-4	315	110	800	200
4-2	315	110	800	200
1-2	350	120	890	215
2-1	350	120	890	215
2-3	120	45	300	80
3-2	120	45	300	80
3-4	270	30	690	55
4-3	355	65	920	115
1-4	120	60	310	105
4-1	35	25	80	45

Eri liittymähaarojen kokonaisliikennemäärät ovat seuraavat (liikenne kullakin haaralla jakautuu tasan kummallekin ajosuunnalle):

Taulukko 2.

		KVL 1970		KVL 1990	
		kev.	rask.	kev.	rask.
haara	1	2070	790	5240	1420
"	2	1570	550	3980	990
"	3	2080	650	5280	1170
"	4	1410	400	3600	720

1.3 Onnettomuustiedot

Onnettomuustietoja oli käytettävissä vain lyhyeltä ajalta. V:n 1967 tilaston perusteella on liittymän onnettomuustekiksi saatu 183 onnett./v. • 100 000 ajon.KVL.

1.4 Eritasoliittymän rakennuskustannukset

Rakennuskustannukset on saatu Turun piirin suunnitelmaan liittyvästä kustannusarviosta. Sen mukaan eritasoliittymän kokonaiskustannukset teiden rakentaminen mukaanluettuna ovat 1 600 000 mk.

2. Ajokustannukset tasoliittymässä

Ajokustannukset lasketaan ohjevuosille 1970 ja 1990 ja ne määritetään kahtena osana: a) ns. linja-ajokustannukset eli kustannukset ao. teillä, kun liittymää ei oteta huomioon, ja b) liittymäajokustannukset eli liittymästä johtuvat lisäykset edellisiin.

2.1 Linja-ajokustannukset

Määritetään normaaliin tapaan tieinvestointilaskentaohjeiden (Ots) avulla 1 km pituisella osuudella kumpaakin tietä.

Yksikköarvojen määrittämiseksi tarpeelliset lähtöarvot paitsi tuntiliikennettä saadaan kuvasta 1. Tuntiliikenne saadaan kaavasta $T = t \times (KVL_k + n \times KVL_r)$. Tässä $t = 0,10$ ja $n = 3$.
Saadaan:

Taulukko 3.

		T 1970	T 1990
haara	1	450	950
"	2	320	700
"	3	400	880
"	4	260	580

Määritetään yksikköarvot AK ja vuotuiset linja-ajokustannukset KlK, jotka lasketaan kaavalla:

$$KlK = 365(KVL_k \cdot AK_k + KVL_r \cdot AK_r) \cdot L$$

Taulukko 4.

		1970		1990		L	KlK ₇₀	KlK ₉₀
		AK _k	AK _r	AK _k	AK _r	km	10 ³ _{mk}	10 ³ _{mk}
haara	1	15.3	44.7	23.8	69.3	0.5	122.2	407.2
"	2	15.0	44.5	22.9	67.1	0.5	87.6	287.6
"	3	15.2	44.6	23.6	68.8	0.5	110.6	374.3
"	4	14.9	44.5	22.5	66.4	0.5	70.8	235.1
yht.						2.0	391.2	1304.2

2.2 Liittymäajokustannukset

a) Ajoneuvokustannukset

Liittymän aiheuttama lisäys ajoneuvokustannuksissa johtuu pääasiassa nopeudenmuutoksista ja riippuu muutosten suuruudesta. Näitä kustannuslisiä koskevat selvitykset ovat kuitenkin toistaiseksi siksi puutteellisia, ettei tässä esimerkissä ole

ollut mahdollista ottaa niitä huomioon. Niiden vaikutus olisi kuitenkin ilmeisesti tällaisessa tapauksessa aika- ja onnettomuuskustannuksiin verrattuna melko pieni.

b) Aikakustannukset

Liikenteen aikakustannuslisät liittymässä lasketaan liitteenä olevan muistion taulukkoarvojen perusteella. Arvojen määrittäysperusteet on esitetty muistiossa. Samoja arvoja voidaan käyttää sekä kevyille että raskaille ajoneuvoille. Kokonaisajanhukat on kuitenkin laskettava erikseen kevyille ja raskaille autoille, koska niiden ajanarvot ovat erilaiset.

Eri liittymähaarojen tuntiliikenteet hay:nä saadaan taulukosta 3 sekä KVL:t eri ajosuunnissa taulukosta 1. Esim. ajosuunnassa 2-1 ajavien kevyiden ajoneuvojen kokonaisajanhukka $KAiH_k$ v. 1970 lasketaan edellä esitetyn mukaan seuraavasti:

$$\begin{aligned} KAiH_{k-70} &= 365 \cdot 350(12 + 10) = 2\,812\,000 \text{ sek} \\ &= 780 \text{ h} \end{aligned}$$

Kertomalla saatu ajanhukka ajan arvolla (Ots) saadaan liittymästä johtuva aikakustannuslisä $KAiK$.

$$KAiK_{k70} = 780 \cdot 3,54 = 2760 \text{ mk}$$

Vastaavasti lasketaan kaikki liittymän ajosuunnat, jolloin yhteenlaskulla saadaan koko liittymän aiheuttama ajanhukka (kevyille ja raskaille ajoneuvoille erikseen) ja aikakustannus. Laskut suoritetaan vuosille 1970 ja 1990. Saadaan:

Taulukko 5.

	$KAiH_k$	$KAiH_r$	$KAiK$
	h	h	10^3 mk
1970	4811	1552	33.3
1990	12692	2899	165.3

c) Onnettomuuskustannukset

Onnettomuusaste liittymässä oli v:n 1967 tilaston perusteella 183 onnettomuutta vuodessa 100 000 liittymän läpi kulkevaa ajoneuvoa (KVL) kohti. Kun onnettomuusasteen oletetaan pysyvän muuttumattomana, voidaan ennustaa onnettomuusmäärät ohjevuosina.

Liittymän KVL määritetään jakamalla kaikkien haarojen KVL:n (taul. 2) summa kahdella. Saadaan:

$$\text{v. 1970: } \frac{2860 + 2120 + 2730 + 1810}{2} = 4710 \text{ ajon.}$$

$$\text{v. 1990: } \frac{6660 + 4970 + 6450 + 4320}{2} = 11200 \text{ ajon.}$$

Kun onnettomuusaste on 183, tapahtuu näinä vuosina onnettomuuksia seuraavasti:

$$n_{1970} = \frac{4710 \cdot 183}{100\,000} = 9 \text{ kpl ja } n_{1990} = \frac{11200 \cdot 183}{100\,000} = 20 \text{ kpl}$$

Onnettomuuden keskimääräinen kustannus v. 1965 oli A-L. Sirjamon¹⁾ mukaan 10 628 mk. Tämä arvo on huomattavasti suurempi kuin Ots:n mukainen 3 900 mk. Näissä laskelmissa on käytetty Sirjamon arvoa. (Tarkempaan tulokseen päästäisiin, jos onnettomuudet ja niiden kustannukset eriteltäisiin onnettomuustyypeittäin. Tässä käytetään kuitenkin työn säästämiseksi yhtä keskimääräistä onnettomuuskustannusta).

Kun onnettomuuskustannusten oletetaan kasvavan 3 % vuodessa, saadaan onnettomuuden keskimääräiseksi kustannukseksi ohjevuosina

¹⁾ A-L. Sirjamo: Tieliikenneonnettomuudet Suomessa ja niiden kustannukset v. 1965. Lyhennelmä pro gradu-työstä. Tieolosuhteet ja liikenneturvallisuus n:o 3/1968.

v. 1970 12340 mk

v. 1990 22230 mk

Näin ollen liittymän onnettomuuskustannukset ovat:

v. 1970: 9 • 12340 = 111200 mk

v. 1990: 20 • 22230 = 444600 mk

2.3 Kokonaisajokustannukset

Liittymän kokonaisajokustannukset KAK saadaan laskemalla yhteen linja- ja liittymäajokustannukset.

$$\begin{aligned} \text{KAK}_{70} &= 391200 + 33300 + 111200 \\ &= 535700 \text{ mk} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{KAK}_{90} &= 1304200 + 165300 + 444600 \\ &= 1914100 \text{ mk} \end{aligned}$$

3. Ajokustannukset eritasoliittymässä

Ajokustannukset määritetään samoin periaattein kuin tasoliittymässä, lasketaan siis erikseen linja- ja liittymäajokustannukset.

3.1 Linja-ajokustannukset

Lähtöarvot saadaan kuvasta 2 ja taulukosta 3 (tuntiliikenne). Rampin tuntiliikenne on laskettava erikseen taulukosta 1 saatavien liikennemäärien perusteella, jolloin saadaan:

	T 1970	T 1990
ramppi	320	700

AK ja K1K (ks. kohta 2.1) määritetään erikseen kullekin liittymähaaralle ramppiliittymistä lähtien samoihin pisteisiin saakka kuin tasoliittymätapauksessakin (1 km:n osuus kummalla-

kin tiellä). Saadut arvot on esitetty seuraavassa taulukossa:

Taulukko 6.

		1970		1990		L	KLK ₇₀	KLK ₉₀
		AK _k	AK _r	AK _k	AK _r	km	10 ³ mk	10 ³ mk
haara	1	15.4	45.1	24.1	70.1	0.3	73.9	247.3
"	2	15.0	44.5	22.9	67.1	0.6	105.2	345.1
"	3	15.3	45.0	23.8	69.5	0.7	156.0	528.8
"	4	14.9	44.5	22.5	66.4	0.4	56.7	188.1
ramppi		16.3	47.5	24.3	71.2	0.24	45.8	150.0
yht.						2.24	437.6	1459.3

Huomataan, että linja-ajokustannukset ovat eritasoliittymässä jonkin verran suuremmat kuin tasoliittymässä, mikä johtuu useille ajosuunnille tulevista pidentyneistä ajomatkoista.

3.2 Liittymäajokustannukset

a) Ajoneuvokustannukset

Ks. kohta 2.2 a)

b) Aikakustannukset

Määritetään liitemuiston avulla kuten tasotapauksessa-kin, ks. kohta 2.2 b). On huomattava, että tässä tapauksessa kaikki kääntyvät ajoneuvot joutuvat kulkemaan rampin kumman-kin päään liittymien kautta, jolloin niille aiheutuu ajanhukkaa kahdessa liittymässä. Näin myös aikakustannuslisät ovat eritasoliittymässä suuremmat kuin tasoliittymässä, koska tässä tapauksessa kääntyvät liikennevirrat ovat melko suuria.

Taulukko 7.

	$KAiH_k$ h	$KAiH_r$ h	$KAiK$ 10^3 mk
1970	6598	2032	44.6
1990	17048	3663	216.7

c) Onnettomuuskustannukset

Kun tasoliittymä korvataan eritasoliittymällä, jäävät kummallakin tiellä liittymän läpi suoraan ajavien ajoneuvojen väliset konfliktit pois. Voidaan siis otaksua, että tällaisen ajoneuvojen välisiä onnettomuuksia ei eritasoliittymässä tapahdu. Muiden onnettomuuksien, joissa siis on mukana kääntyviä ajoneuvoja, määrien otaksutaan olevan sama kummassakin liittymäratkaisussa.

Onnettomuustilastojen perusteella oli kaikista liittymässä sattuneista onnettomuuksista 57 % kumpaakin tietä suoraan ajavien ajoneuvojen välisiä. Edellä esitetyn perusteella voidaan eritasotapauksien onnettomuusmääriä pitää 57 % tasoliittymän vastaavia lukuja pienempinä. Siis

$$n_{1970} = \frac{43}{100} \cdot 9 = 4 \text{ kpl ja } n_{1990} = \frac{43}{100} \cdot 20 = 9 \text{ kpl}$$

ja onnettomuuskustannukset

$$\text{v. 1970: } 4 \cdot 12340 = 49400 \text{ mk}$$

$$\text{v. 1990: } 9 \cdot 22230 = 200000 \text{ mk}$$

3.3 Kokonaisajokustannukset

$$\begin{aligned} KAK_{70} &= 437600 + 44600 + 49400 \\ &= 531600 \text{ mk} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} KAK_{90} &= 1459300 + 216700 + 200000 \\ &= 1876000 \text{ mk} \end{aligned}$$

Ajokustannukset eritasoliittymässä ovat hiukan pienemmät kuin tasoliittymässä. Tämä johtuu onnettomuuskustannuksissa saavutettavista säästöistä, muut kustannusryhmät ovat eritasotapauksessa suurempia kuin tasotapauksessa.

4. Kannattavuuslaskelmat

Laskelma suoritetaan tässä sisäisen koron menetelmällä. Sitä varten on tunnettava suureet K, b ja a (ks. Ots).

$$K = 1600000 \text{ mk} \quad , \text{ ks. kohta 1.4}$$

$$b = 535700 - 531600 = 4100 \text{ mk}$$

$$a = \frac{1914100 - 1876000 - 4100}{20} = 1700 \text{ mk}$$

$$K/b = 390 \quad ; \quad a/b = 0,41$$

$$\therefore \underline{\underline{r \leq 0}}$$

Esimerkin mukaisen eritasoliittymän rakentaminen on siis täysin kannattamaton hanke.

5. Johtopäätökset

Laskelman perusteella voidaan todeta, ettei tarkasteltu hanke ole kannattava. Jo ilman laskelmaakin oli ilmeistä, että tällaisen yksiramppisen eritasoliittymän rakentaminen lisäisi liikenteen ajoneuvo- ja aikakustannuksia. Liikenteen ajosuuntajakautumisen kannalta ei tässä esitetty liittymäratkaisu ollut tarkoituksenmukainen (Turun piirin suunnitelman

pohjana ollut liikenneasetelma poikkesi tässä käytetystä, koska siinä tarkasteltiin tieverkkoa laajemmalti). Siitä ei kuitenkaan tässä yhteydessä ole haittaa, koska esimerkin tarkoituksena on ainoastaan valaista vastaavanlaisissa selvityksissä käytettäviä menettelytapoja.

6. Käytettyjen laskuperusteiden soveltaminen

Tässä esimerkissä esitettyä käsittelytapaa voidaan soveltaa liittymiä koskevissa taloudellisissa laskelmissa. Laskelmia suoritettaessa on kiinnitettävä erityistä huomiota siihen, että eri vaihtoehdoissa tarkasteltavat tieosuudet ulottuvat samoihin pisteisiin.

Liitteenä olevassa muistiossa esitettyjä ajanhukka-arvoja voidaan toistaiseksi soveltaa, ellei jossakin tapauksessa tehdä tarkempaa selvitystä ajanhukasta. Ajoneuvokustannuslisiä liittymissä ei toistaiseksi ole riittävän yleispätevästi selvitetty, joten niiden määrittämiseen ei tästä esimerkistä ole apua. Ajoneuvokustannuslisien määrittämiseksi esitetään perusteet myöhemmin.

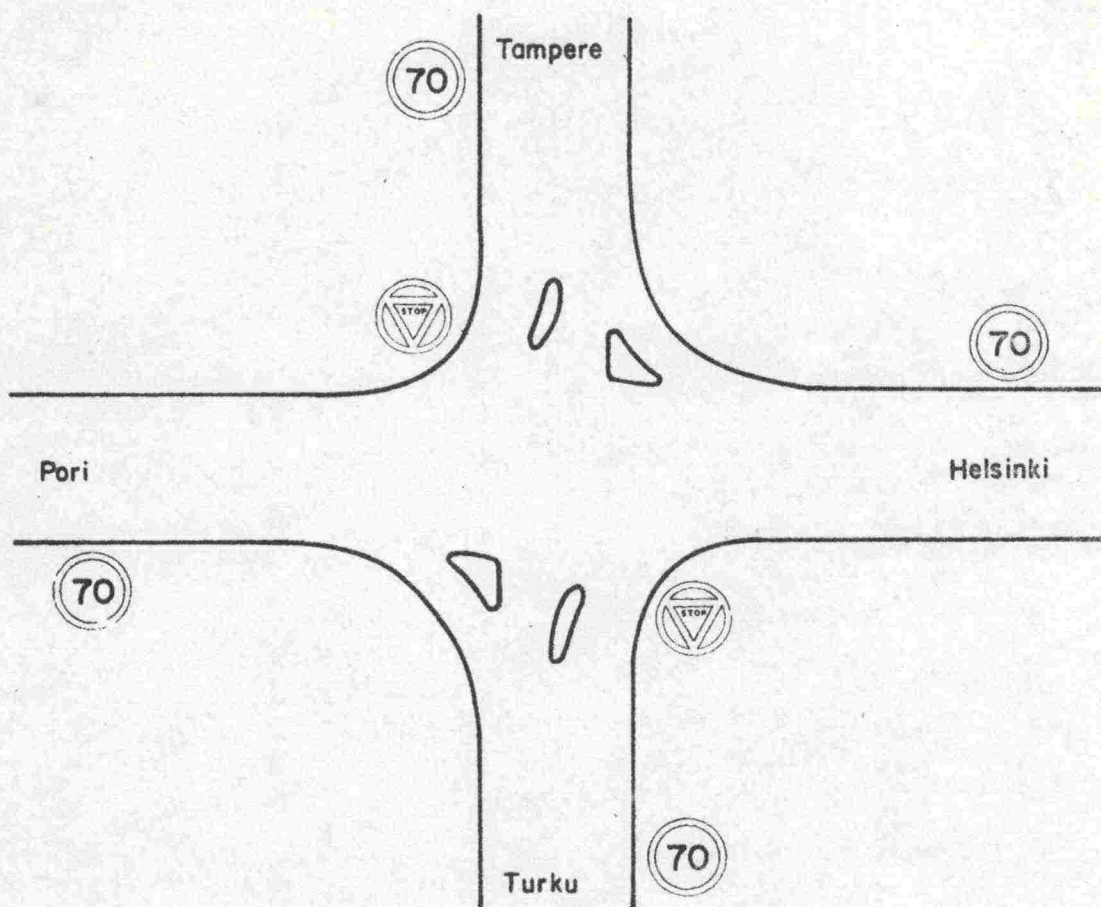
Onnettomuuskustannukset on tässä esimerkissä määritetty melko ylimalkaisesti. Tähän kohtaan on yleensä syytä kiinnittää riittävää huomiota, sillä kuten edellä todettiin, oli onnettomuuskustannuksilla säästöjen muodostumisessa ratkaiseva osuus. Vaikeutena on useimmiten liittymän tulevien onnettomuusmäärien ennustaminen. Siinä on syytä käyttää hyväksi sekä ao. liittymää koskevia onnettomuustilastoja että muista, mm. suunniteltua liittymää vastaavista liittymistä saatuja tietoja.

Jos kannattavuuslaskelma suoritetaan useammalle ajanjaksolle, saadaan kuva kannattavuuden kehityksestä ajan mukana, mikä auttaa hankkeen toteuttamisajankohdan määrittämisessä.

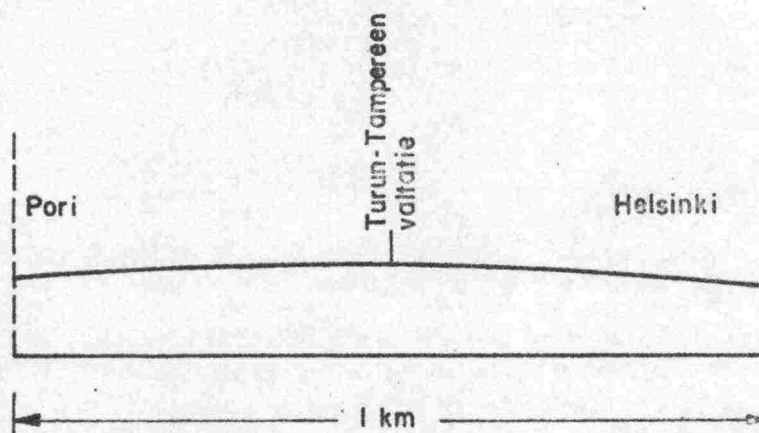
Sisäisen koron lisäksi voidaan hankkeen edullisuutta tarkastella nykyarvomenetelmällä, joka joissakin tapauksissa antaa paremman kuvan asiasta.

27.9.1968 Jussi Hintikka

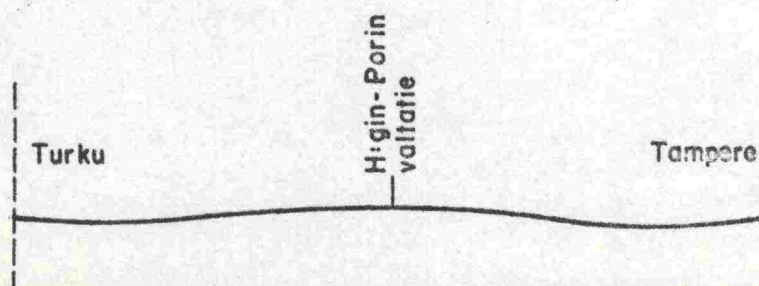
Kuva 1. Lauttakylän nykyinen tasoliittymä.
Kaavakuva ja pituusleikkaukset.



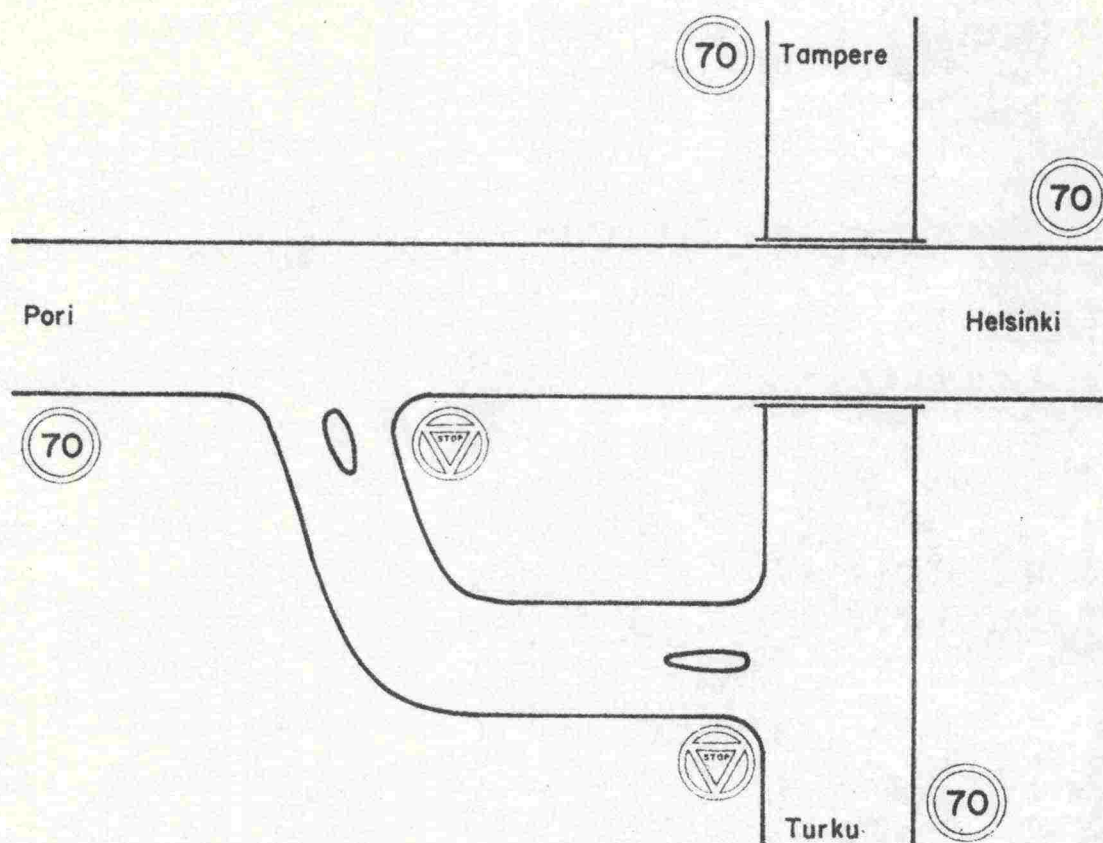
vt 2
m = 4
k = 10
10/7 kp



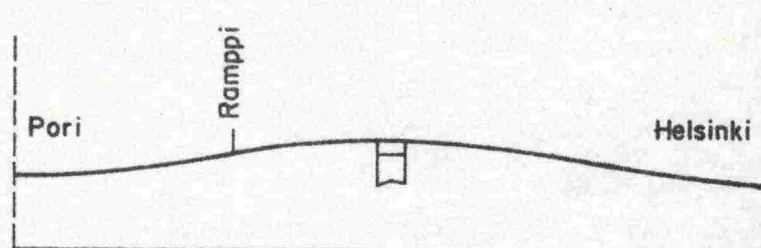
vt 9
m = 5
k = 0
10/7 kp



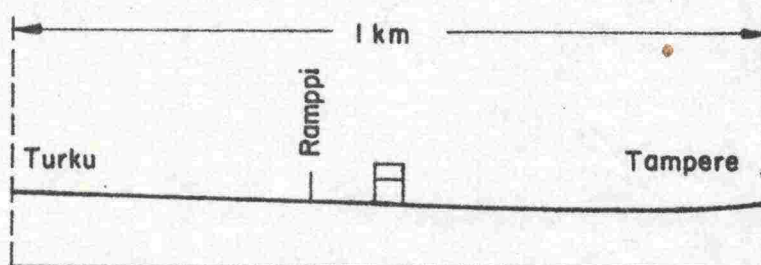
Kuva 2. Lauttakylän suunniteltu eritasoliittymä.
Kaavakuva ja pituusleikkaukset



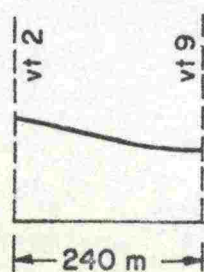
vt 2
m = 10
k = 26
10/7 kp



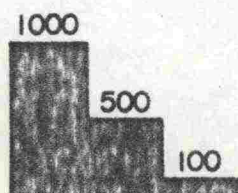
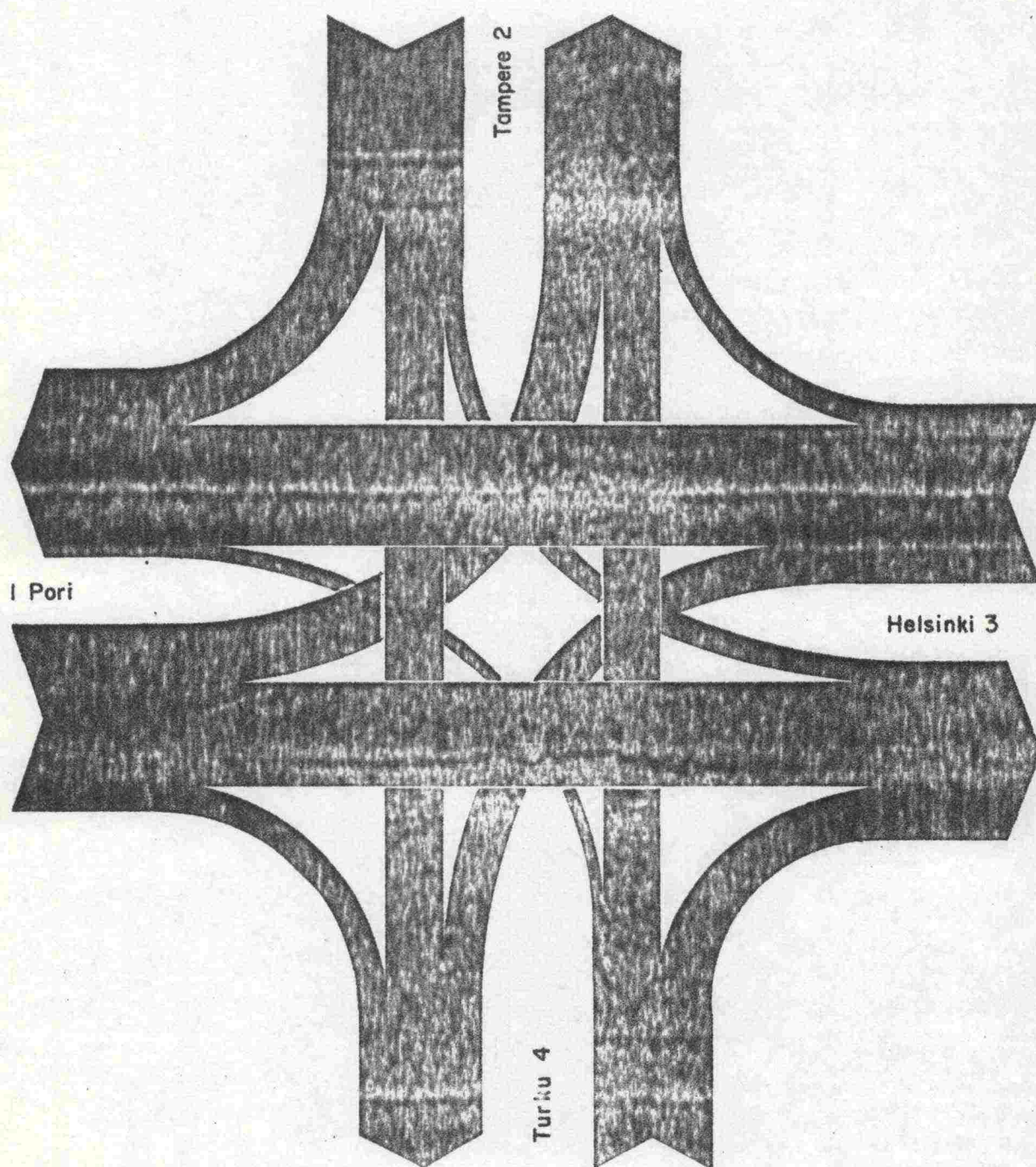
vt 9
m = 3
k = 0
10/7 kp



ramppi
m = 16
k = 300
10/7 kp



Kuva 3. Lauttakylän liittymän liikennevirtakaavio
KVL 1970, kpl ajoneuvoja



1 mm = 50 ajoneuvon

Pm

Liittymien liikenteelle aiheuttama ajanhukka

Oheisissa taulukoissa 1 ja 2 on esitetty tavanomaisen ta-soliittymän eri suuntiin ajavalle kevyelle ajoneuvolle keski-määrin aiheuttama ajanhukka (sek/ajon). Arvot perustuvat eräi-siin teoreettisiin laskelmiin ja varsin suppeaan kenttähavain-tomateriaaliin, joten niiden tarkkuutta ei voi pitää kovin suurena. Samoin on huomattava, että arvoissa voi käytännössä esiintyä teoreettisissa laskelmissa ilmenemättömiä paikallis-ten olosuhteiden vaikutuksia, jotka aiheuttavat suuriakin ero-ja muuten samanlaistenkin tapausten välille. Taulukoissa esi-tettyjä lukuja on siten pidettävä jonkinlaisina keskimääräis-arvoina annetuissa olosuhteissa. Taulukkoarvot on määritetty seuraavilla edellytyksillä:

- sekä pää- että sivutie ovat kaksikaistaisia
- päätie on etuajo-oikeutettu
- liittymissä ei ole ryhmityskaistoja
- taulukossa 1 on näkyvyys riittävä ja risteyskulma $>80^{\circ}$ ja $<120^{\circ}$
- taulukossa 1 on sivutiellä päätien etuajo-oikeutta osoittava liikennemerkki
- huono näkyvyys ja terävä kääntymiskulma tarkoittavat kunkin rivin (taulukko 2) kohdalla asianomaista ajo-suuntaa. Tylpän kääntymiskulman ei ole katsottu vai-kuttavan ajanhukkaan. Kääntymiskulma luetaan tässä yhteydessä teräväksi, jos se on $>120^{\circ}$.
- taulukon 2 sarakkeessa "pakollinen pysähtyminen" on sivutiellä ennen päätielle saapumista pakollista py-sähtymistä osoittava liikennemerkki.

Taulukon 2 arvot ovat ao. olosuhteiden aiheuttamia muutoksia taulukon 1 arvoihin, ts. ne on lisättävä taulukosta 1 saatuihin arvoihin, kun olosuhteet poikkeavat esitetyllä tavalla siinä edellytetyistä.

Taulukkoarvoja määritettäessä on käytetty seuraavaa lähdemateriaalia:

- J.Hintikka: Ajokustannukset risteyksissä ja liittymisissä. Dipl.työ, TKK 1966.
- edelliseen perustuvat laskelmat
- G.Smeds: Henkilöauton polttoaineenkulutus- ja ajoaikatutkimuksia ajoanalysaattorilla. Dipl.työ, TKK 1968.
- tekn.tal.tstön suor. ajoanalysaattorimittaukset.

12.6.1968/JIH

Taulukko 1. Keskimääräinen ajanhukka liittymissä sek/ajon

Ajosuoritus	Liikennemäärä päätiellä/sivutiellä hay/h					
	0-300/0-300	300-1000/0-300	300-1000/300-1000	1000-/0-300	1000-/300-1000	1000-/1000-
Päätieltä suoraan	0,5	1	2	2	6	10
-"- sivut.oik.	7	7	8	7	8	10
-"- -"- vas.	8	10	11	15	20	30
Sivutieltä suoraan	6	15	18	25	30	40
-"- päät. oik.	10	11	12	15	20	30
-"- -"- vas.	11	18	22	30	35	50

Taulukko 2. Liittymäolosuhteitten aiheuttamat muutokset ajanhukkaan sek/ajon

Ajosuoritus	Olosuhteet			
	huono näkyvyys	terävä käänt.	kulma pakoll. pysäht.	liikennevalot
Päätieltä suoraan	0	0	0	
-"- sivut.oik.	0	+2	0	Liikennemääristä ja valojen ajoituksesta riippuen
-"- -"- vas.	0	+2	0	
Sivutieltä suoraan	+3	+2	+10	
-"- päät.oik.	+4	+2	+10	
-"- -"- vas.	+4	+2	+10	

ESIMERKKI RAUTATIEN ERITASORISTEYSTEN KANNATTAVUUDEN SELVITTÄ- MISESTÄ

Yleistä

Esimerkkitapauksena käsiteltävä risteys on Nesteen tasoristeys Turun piirissä Raision kunnassa. Laskelmien suorittamiseksi tarvittavat lähtöarvot on saatu Turun piiriltä. Periaatteessa kannattavuusselvitys suoritetaan vertaamalla eritasoristeyksestä johtuvia ajokustannusten säästöjä risteuksen rakennuskustannuksiin ja laskelmat suoritetaan noudattamalla tvh:n ohjeita "Ohjeet rautatien eritasoristeysten kannattavuuden selvittämiseksi".

Laskelmien lähtöarvot

Laskelmien suorittamiseksi tarvitaan määrättyjä tietoja sekä O-vaihtoehdosta eli nykyisestä tasoristeystapauksesta että suunnitellusta eritasoristeyksestä. Seuraavassa on esitetty tarvittavat lähtöarvot esimerkkiristeuksen valossa.

A. Tasoristeys

1. Tiedot risteävästä tiestä, josta erotetaan tasoristeuksen kohdalta osa L_0 , jota parantaminen koskee (Liitteet 3 ja 4).

- $L_0 = 840$ m
- poikkileikkaus 9/7
- päällyste kestop.
- geometria (kaarteisuus $k_0 = 25$, mäkisyys $m_0 = 9$)

2. Nykyinen liikenne sekä liikennemäärien kasvu erikseen

kevyille ja raskaille ajoneuvoille.

- 1970 : $KVL_k = 2500$, $KVL_r = 1200$
- 1975 : $KVL_k = 3050$, $KVL_r = 1650$
- 1980 : $KVL_k = 4000$, $KVL_r = 2100$
- 1985 : $KVL_k = 4900$, $KVL_r = 2600$
- 1990 : $KVL_k = 5800$, $KVL_r = 3200$
- 1995 : $KVL_k = 6800$, $KVL_r = 3700$
- 2000 : $KVL_k = 7800$, $KVL_r = 4200$

3. Nykyinen junaliikenteen määrä sekä junaliikennemäärän kehitys. Esimerkkitapauksessa $RL = 32$ junaa/vrk ja määrän on oletettu pysyvän vakiona.

4. Näkemäolosuhteet tasoristeyksessä. Määrätään näkemä prosentteina valtioneuvoston teknillisten ohjeiden (VTO:n) mukaisista vaadituista näkemistä neljän suunnan keskiarvona. Esimerkkitapauksessa näkemäprosentti on 100.

5. Ajoneuvojen keskimääräinen odotusaika risteyksessä. Ohjeissa on käytetty kahta odotusaikaa : 20 s ja 35 s, joista jälkimmäistä käytetään silloin, kun junien pituus on suuri ja/tai niiden nopeus pieni. Esimerkkitapauksessa odotusaikana on käytetty 20 s.

6. Ajoneuvojen keskimääräinen nopeus tasoristeyksen ulkopuolella (v_1) ja ajoneuvojen alin nopeus tasoristeyksessä (v_2). Jälkimmäinen tarkoittaa tapausta, jolloin ajoneuvojen ei tarvitse pysähtyä. V_1 -nopeudet voidaan määrätä joko nopeusmittauksilla tai investointilaskentaohjeiden (Ots:n) nopeustaulukoiden avulla ja v_2 -nopeudet mieluummin nopeusmittauksilla. Esimerkkitapauksessa nopeudet ovat seuraavat:

	v_{1k}	v_{1r}	v_{2k}	v_{2r}
- 1970	71	59	45	45
- 1975	66	57	45	45
- 1980	61	55	45	45
- 1985	55	52	45	45
- 1990	50	47	45	45
- 1995	45	45	45	45
- 2000	45	45	45	45

B. Eritasoristeys

1. Tiedot suunnitellusta risteävästä tiestä

- suunnitellun osan pituus $L_1 = 850$ m
- poikkileikkaus 13/7.5
- päällyste kestop.
- geometria (kaarteisuus $k_1 = 21$, mäkisyys $m_1 = 10$)

2. Suunnitellun tieosan ja risteyssillan rakentamiskustannukset, jotka esimerkkitapauksessa on arvioitu 884000 mk:ksi (Liite 1).

Laskelmien suorittaminen

Kannattavuuslaskelmat suoritetaan ohjeiden mukaan periaatteessa seuraavasti:

1. Lasketaan ajokustannukset ajoneuvoa kohti (AK_0) L_0 :n pituiselle tieosalle olettamalla, että rautatie on poistettu. Ajokustannusarvot määrätään erikseen kevyille ja raskaille ajoneuvoille ja ne saadaan suoraan Ots:n taulukoista kertomalla taulukkoarvot L_0 :lla.

2. Lasketaan rautatien aiheuttamat ajokustannuslisät ajoneuvoa kohti ($\Delta AK = \Delta AnK + \Delta AiK + \Delta OnK$) erikseen kevyille ja raskaille ajoneuvoille.

- ajoneuvokustannuslisä (ΔAnk) saadaan suoraan ohjeissa esitetystä kuvasta keskimääräisen odotusajan, junaliikenteen määrän ja nopeuksien v_1 ja v_2 funktiona.
- aikakustannuslisä (ΔAik) saadaan määräämällä keskimääräinen ajanhukka ajoneuvoa kohti ja kertomalla tämä ajan arvolla. Ajanhukka saadaan ohjeisiin laaditusta kuvasta keskimääräisen odotusajan, junaliikennemäärän ja nopeuksien v_1 ja v_2 funktiona.
- onnettomuuskustannuslisä (ΔOnK) saadaan seuraavasti:

- määrätään risteyksen vaarallisuusluku kaavasta $VL = \sqrt{KVL \cdot RL} + (100-N)$, jossa $KVL = \text{maantieliikennemäärä (ajn/vrk)}$, $RL = \text{junaliikennemäärä (junaa/vrk)}$ ja N risteyksen näkemäprosentti.

- määrätään risteyksen onnettomuustiheys ot $VL:n$ ja $RL:n$ funktiona ohjeissa olevasta kuvasta. Esimerkkitapauksessa risteys on valo- ja/tai äänimerkillä varustettu ja tällöin käytetään redusoitua onnettomuustiheyttä $ot_{red} = 0.6 \cdot ot$.

$$- \Delta \text{OnK} = \frac{ot \times \text{keskim. onnettomuuskustannus}}{365 \cdot KVL}$$

3. Lasketaan ajokustannukset ajoneuvoa kohti (AK_1) eritasoristeys-tapauksessa tieosalla L_1 . Nämä saadaan suoraan $Ots:n$ taulukoista kertomalla taulukkoarvot $L_1:llä$.

4. Lasketaan eritasoristeyksen aiheuttamat vuotuiset säästöt (S) erikseen kevyille ja raskaille ajoneuvoille seuraavan kaavan mukaan:

$$S = 365 \cdot KVL \left[(AK_0 + \Delta AK) - AK_1 \right]$$

5. Verrataan säästöjä eritasoristeyksen rakennuskustannuksiin mää-
rämällä hankkeen sisäinen korko. Koska risteys sillan käyttöikä on
pitempi kuin laskelmissa käytettävä investointiajanjakso 20 vuotta,
otetaan sillan jäännösarvo huomioon käyttämällä perusinvestointina
arvoa $0.9 \times$ rakennuskustannus. Vertaamalla sisäistä korkoa määrät-
tyyn tuottovaatimukseen voidaan todeta hankkeen kannattavuus. Esi-
merkkitapauksessa saadaan sisäiseksi koroksi v. 1970 7,1% ja v. 1975
11,3% (liite 2), Suoraviivaisella interpolaatiolla edellisistä ar-
voista saadaan koroksi v. 1971 7,9% ja jos tuottovaatimus on 7,5%,
voidaan todeta, että hanke kannattaa toteuttaa tällöin.

- Liitteet: 1 Eritasoristeyksen kustannusarvio
2 Täytetty laskentalomake
3 Suunnitelmakartta 1:2000
4 Tutkimuslinjan pituusleikkaus 1:2000/1:200

27.9.1968

Dipl.ins. Raimo Haakana

Arvio eritasoristeyksen rakennuskustannuksista

Yleiskustannukset	<u>150.000,-</u>	
	150.000,-	150.000,-
Sekalaiset kustannukset		
- raivaus	15.000,-	
- kuivatus	14.000,-	
- rummut	20.000,-	
- viimeistely	<u>12.000,-</u>	
	61.000,-	61.000,-
Päällysrakenteen teko		
- suod. + eristyskerros	46.800,-	
- jakava kerros	27.500,-	
- kantava alaosa	28.700,-	
- " yläosa	30.600,-	
- 2 sidekerrosta	<u>14.000,-</u>	
	147.600,-	147.600,-
Massat		
- leikkausta	<u>315.400,-</u>	
	315.400,-	<u>315.400,-</u>
	Yhteensä	674.000,-
Silta		<u>210.000,-</u>
	Lopull.kust.	<u>884.000,-</u>

$$K = 0.9 \cdot 884.000 = \underline{795.600 \text{ mk}}$$

Rautatien eritasoristeysten kannattavuus

Piiri..... Turun
 Kunta..... Raisio
 Tasoristeys Neste

Tietyyppi..... Kestop.9/7(13/7.5)
 Keskim.odotusaika 20 s
 L₀..... 840 m
 L₁..... 850 m

Vuosi	m ₀	k ₀	m ₁	k ₁	KVL	KVL _k	KVL _r	t	n ₀	T ₀	n ₁	T ₁
1970	9	25	10	21	3500	2300	1200	0.122	2.7	665	2.8	679
-75	9	25	10	21	4700	3050	1650	0.122	2.7	901	2.8	920
-80	9	25	10	21	6100	4000	2100	0.122	2.7	1160	2.8	1186
-85	9	25	10	21	7500	4900	2600	0.122	2.7	1430	2.8	1462
-90	9	25	10	21	9000	5800	3200	0.122	2.7	1733	2.8	1771
-95	9	25	10	21	10500	6800	3700	0.122	2.7	2015	2.8	2059
2000	9	25	10	21	12000	7800	4200	0.122	2.7	2297	2.8	2347

Vuosi	RL	N	VL	ot	ΔOnK _k	ΔOnK _r	v _{1k}	v _{1r}	v _{2k}	v _{2r}	ΔAnK _k	ΔAnK _r
1970	32	100	335	0.36	0.5	0.8	71	59	45	45	1.2	4.3
-75	32	100	388	0.45	0.5	0.9	66	57	45	45	1.0	3.6
-80	32	100	442	0.54	0.6	1.0	61	55	45	45	0.7	2.9
-85	32	100	490	0.62	0.6	1.1	55	52	45	45	0.4	2.0
-90	32	100	537	0.70	0.7	1.2	50	47	45	45	-	0.6
-95	32	100	580	0.77	0.8	1.3	45	45	45	45	-	-
2000	32	100	620	0.83	0.9	1.5	45	45	45	45	-	-

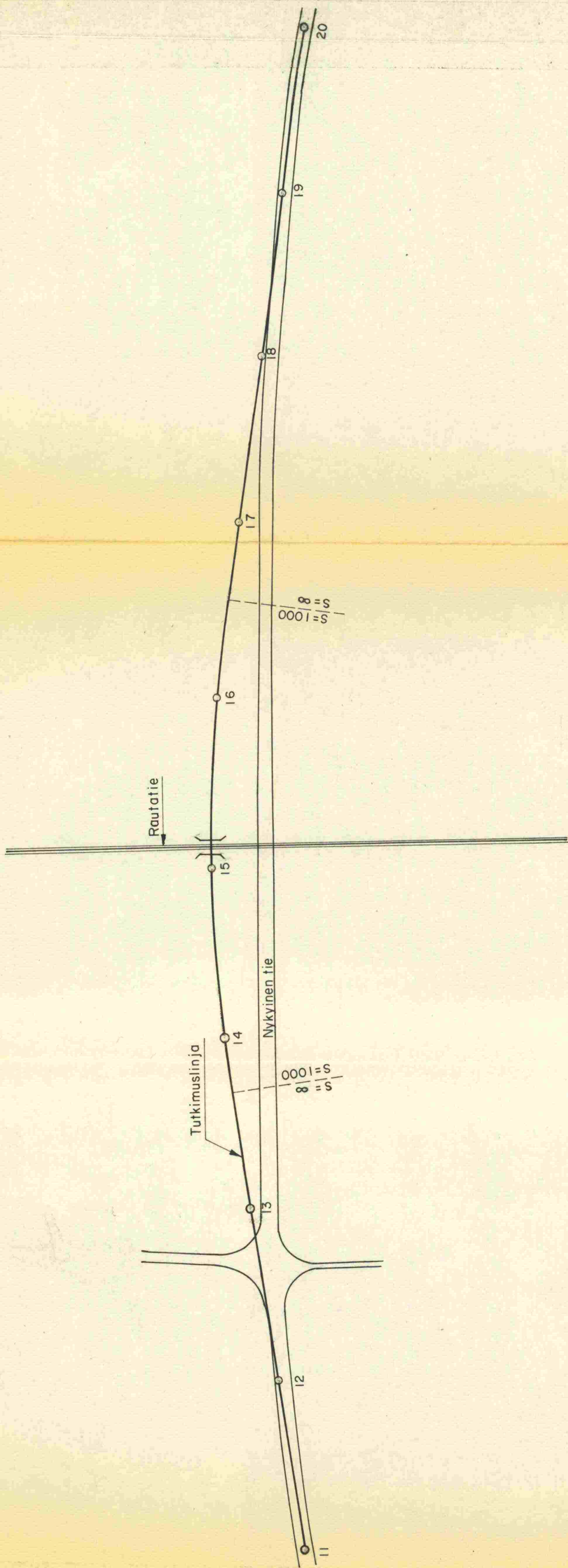
Vuosi	Δt _k	Δt _r	ΔAiK _k	ΔAiK _r	ΔAK _k	ΔAK _r	AK _{0k}	AK _{0r}	AK _{1k}	AK _{1r}	S
1970	3.1	2.0	0.3	0.6	2.0	5.7	13.5	39.0	13.3	38.8	44300
-75	2.2	1.7	0.3	0.6	1.8	5.1	15.2	43.3	14.7	42.8	59300
-80	1.5	1.4	0.2	0.6	1.5	4.5	17.2	49.0	16.6	48.0	72800
-85	0.8	1.0	0.1	0.5	1.2	3.6	20.3	56.2	19.0	54.3	95100
-90	-	0.6	-	0.4	0.7	2.2	24.3	67.2	22.0	62.8	140600
-95	-	-	-	-	0.8	1.3	28.9	80.1	25.4	72.8	222900
2000	-	-	-	-	0.9	1.5	33.3	92.2	29.1	83.8	296900

Toteuttamis- vuosi	a	K	b	a/b	K/b	r	Huom.
1970	3812	795600	44300	0.086	17.959	7.1	Rakentam.ei kannata
-75	5884	"	59300	0.099	13.417	11.3	Rakentam. kannattaa
1980	9286	"	72800	0.128	10.929	15.5	"

Suunnitelma

RAISION - VIHERIAISTEN
maantien parantamiseksi
plv. 11+00 - 20+00
RAISION KUNNASSA

KARTTA 1:2000

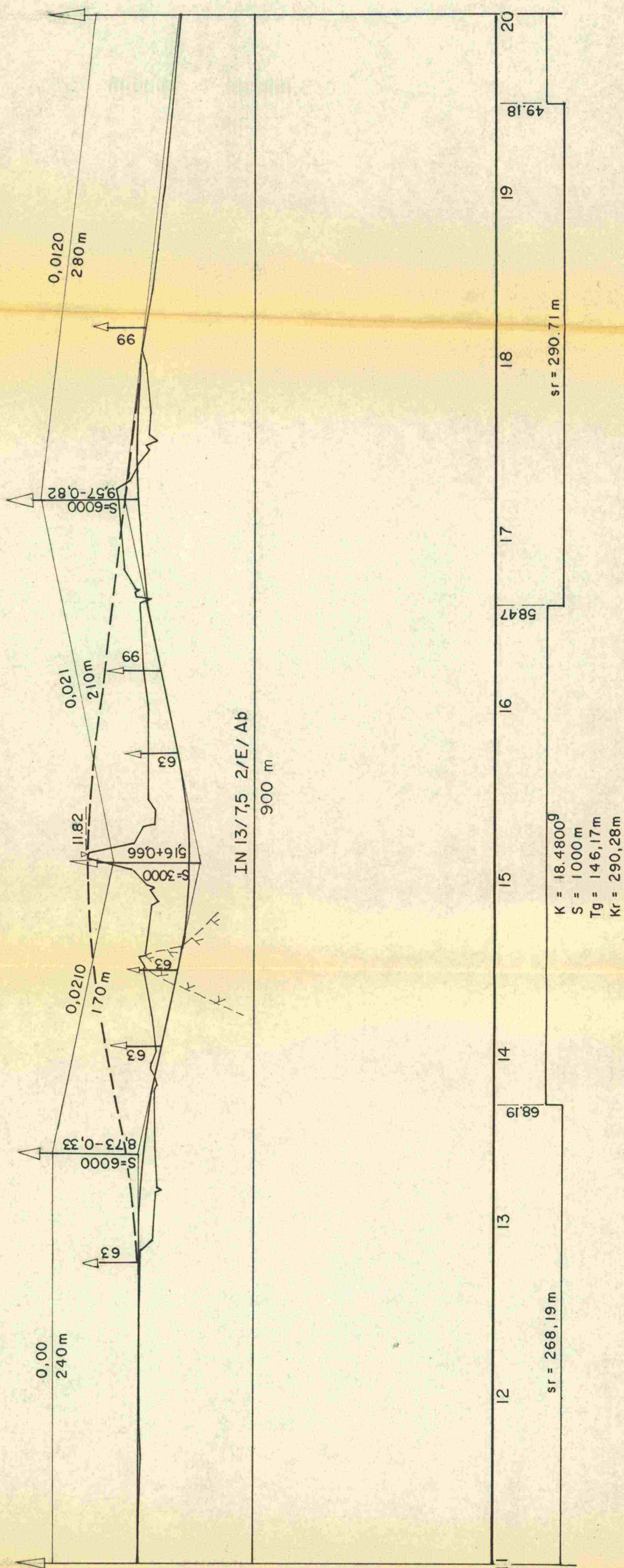


RAISION - VIHRIÄISTEN maantien parantamiseksi

plv. 11+00 - 20+00
RAISION KUNNASSA

TUTKIMUSLINJAN PITUUSLEIKKAUS

1:2000 / 1:200



Lossi- ja silta yhteyden vertailusta

1. Yleistä

Pitkän ajan tiestöohjelmia laadittaessa on tiestön vaihtoehtoisten standardien tutkiminen olennaista. Tiestön standardi määräytyy ratkaisevasti liikennöitävyydeltään heikoinpien tieosien mukaan. Tästä johtuen on tiestöohjelmia laadittaessa kiinnitettävä erityistä huomiota liikenteellisiin "pullonkauloihin", joista pahimpia ovat lossit.

Seuraavassa tarkastellaan eräitä keskeisimpiä ongelmia, joita kohdataan pyrittäessä selvittämään, onko taloudellisesti kannattavaa rakentaa lossipaikan tilalle silta. Liikenteellisesti ja tienpidollisesti edullisimman ratkaisun löytämiseksi on tunnettava eri parantamistoimenpiteiden toteuttamiskustannusten lisäksi niiden vaikutus tien liikenteenvälityskykyyn sekä tienpitäjän ja tienkäyttäjän kustannuksiin.

Yleisesti voidaan todeta, että lossi- ja siltayhteyden taloudellinen vertailu suoritetaan periaatteessa samoin kuin eri vaihtoehtojen kannattavuuden vertailu.

2. Kohteen esittelystä ja tutkimusalueen rajaamisesta

Lossista, joka aiotaan korvata sillalla tai uudella lossilla, esitetään tiedot sijainnista, lossin teknillisistä ominaisuuksista (kantavuus ja mitat ym.) ja muista hankkeen tarpeellisuutta korostavista seikoista.

Koska lossi aiheuttaa liikenteelle erittäin suuren vastuksen, pyrkivät monet tienkäyttäjät välttämään lossia käyttämällä ehkä huomattavastikin pitempiä kiertoteitä ja jos lossi korvataan sillalla, nämä tienkäyttäjät luopuvat tietenkin kiertoteistä. Tästä syystä on lossipaikkaa tarkasteltaessa tutkimusalue rajattava käsittämään kaikki kiertotienmahdollisuudet, ja otettava nämä huomioon sijoitettaessa liikennettä eri vaihtoehtojen mukaisille tieverkoille. Niiden lossien kohdalla, jotka yhdistävät jonkin saaren mantereeseen tutkimusalueen rajaaminen on yleensä yksinkertaista, kuitenkin näissäkin tapauksissa on tarkkailtava parannustöiden vaikutusta alueen tieverkkoon.

Eräs kiertotienmahdollisuuksien paljastaja on jäätie, esim. Tervolan lossipaikan tapauksessa kävi ilmi, että liikenne maaliskuussa jäätietä pitkin on huomattavasti suurempi (n.3 kertaa) kuin lossipaikan KKVL. Samoin jäätie usein paljastaa piilevän liikenteen olemassaolon.

3. Liikenteestä

Kiertotienahdollisuuksien esiintyessä on tutkinusalueella suoritettava määräpaikkatutkinus, jonka tulosten avulla voidaan sijoittaa liikenne eri vaihtoehtoille. Jos kiertotienahdollisuutta ei ole, voidaan tulla toimeen ilman määräpaikkatutkinusta edellyttäen, että liikenteestä on olemassa riittävät tiedot.

A Nykyinen liikenne

Määräpaikkatutkinuksen ja yleisen liikennelaskennan tuloksien avulla selvitetään liikenteen määrä sekä liikennevirtojen suuruus eri reiteillä eri vuodenaikoina, ts. mitä reittejä liikenne käyttää a) kesällä, b) kelirikkoaikoina ja c) talvella.

B Siirtyvä liikenne

Lossi- ja siltayhteyden taloudellisen vertailun kannattavuus ja luotettavuus riippuu olennaisesti siitä, kuinka hyvin nykyinen liikenne ja sen kasvu tulevaisuudessa kytetään ennustamaan. Siltahankkeiden yhteydessä suoritettavat määräpaikkatutkinukset ovat lähes ainoat apukeinot arvioitaessa kiertoteiltä siltaa käyttämään siirtyvän liikenteen määrää.

C Syntyvä liikenne

Kun joltain tieltä poistetaan lossin kaltainen suuri liikenteellinen "pullonkaula", niin tällainen toimenpide aiheuttaa mitä luultavimmin lossiyhteyksien varassa olevien alueiden taloudellisissa toiminnoissa vilkastumista ja tämän seurauksena myös sellaista liikennettä, jonka siltayhteyden toteuttaminen on suoranaisesti synnyttänyt, ja jota ei voida osoittaa siirtyväksi liikenteeksi. Tämä ns. syntyvä liikenne tulisi mahdollisuuksien mukaan arvioida ja ottaa laskelmissa huomioon. Kuitenkaan nykyisin ei ole tiedossa mitään ehdottoman korrektia menetelmää syntyvän liikenteen arvioimiseksi. Näin ollen tällainen syntyvä liikenne on usein jätettävä tarkastelun ulkopuolelle.

Syntyvä liikenne on kuitenkin otettava laskelmiin mukaan, jos siltayhteyden toteuttaminen ratkaisevasti helpottaa alueen liikenneoloja (esim. kun taajamat ovat sijoittuneet lossiväylän molemmiin puolin). Tällöin syntyvä liikenne, joka on piilevän liikenteen kaltaista ja aiheutuu huonoista kulkuyhteyksistä, arvioidaan käyttämällä apuna jäätien liikennemääriä, jotka tällaisissa tapauksissa usein ylittävät lossin ja kiertoteiden yhteenlasketun liikennemäärän (jäätien liikennemäärä - lossin ja kiertoteiden liikennemäärä = piilevä liikenne) ja jotka osoittavat alueen todellisen liikennetarpeen kyseisellä tieosalla.

D Liikenne-ennusteet

Lossi- ja siltayhteyden taloudellista vertailua varten tarvitaan eri ohjevuosille kunkin vaihtoehdon tieosittaiset liikenne-ennusteet, jolloin eri vaihtoehtojen kohdalla otetaan huomioon sekä nykyisen että siirtyvän liikenteen kasvu uusissa tieolosuhteissa.

Jos syntyvää liikennettä ei ole määritetty, ovat liikenne-ennusteet parantamattomalla tieverkolla (lossi-mahdolliset kiertotiet) ja parannetulla tieverkolla (silta) samansuuruiset. Näin täytyykin olla, jotta tieinvestointilaskelmat voidaan suorittaa.

Jos syntyvän liikenteen osuus on arvioitu ja ennustettu, on sen mukaanottamiselle investointilaskelmiin asetettava rajoituksia, sillä syntyvän liikenteen lisääminen sellaisenaan vanhaan verkkoon lossipaikan liikenteeseen saattaa aiheuttaa lossin kapasiteetin liiallisen ylittämisen, jolloin ajokustannukset kohoavat kohtuuttomiksi (kts. kohta 4 Ajokustannuksista).

4. Ajokustannuksista

Lossin ja sillan ajokustannusten määrääminen suoritetaan investointilaskentaohjeiden mukaisesti lukuunottamatta lossien aikakustannuksia (kts. kohta 5. Lossien aikakustannusten laskeminen). Ajokustannuksia laskettaessa täytyy muistaa kuten vastaavasti myös muidenkin kustannuserien kohdal-

la, että kunkin vaihtoehdon kaikki relevantit ajokustannukset otetaan huomioon. Esim. jos sillan rakentamisen yhteydessä joudutaan rakentamaan uusia teitä, on näiden ajokustannukset otettava laskelmiin mukaan.

Suurin vaikeus ajokustannusten laskemisessa on, kun syntyvän liikenteen osuus on otettava mukaan. Vaikeutena on tällöin, kuinka syntyvän liikenteen ajokustannukset otetaan huomioon O-vaihtoehdossa, koska niitä ei voida laskea ainoastaan siltavaihtoehdon osalta, jolloin vaihtoehdoisten tieverkkojen liikennemäärätkin poikkeaisivat toisistaan.

Tutkimusten puuttuessa ei toistaiseksi ole käytettävissä mitään määrättyä menetelmää, joten tässä yhteydessä esitettävä ratkaisu perustuu harkintaan ja rajoittaviin oletuksiin.

Käyttökelpoinen menettelytapa on lisätä syntyvä liikenne ensiksi vanhaan tieverkon liikenteeseen, mutta laskea näin saadun liikenteen ajokustannukset alkuperäistä liikennemäärää (siis ilman syntyvää liikennettä) vastaavien yksikköajokustannusten mukaan, ts. yksikköajokustannusten ei katsota lisääntyvän syntyvän liikenteen takia. Toiseksi syntyvä liikenne lisätään uuden tieverkon liikenteeseen ja lasketaan ajokustannukset normaalisti näin saadun liikennemäärän mukaan, koska syntyvä liikenne kuitenkin tulee olenaankin uudella tieverkolla. Tässä menetelmässä tapahtuu ajokustannusten säästön yliarvostamista, mutta

virhe ei ole kovinkaan merkittävä, sillä vanhan tieverkon ajokustannusten laskennallinen lisäys syntyvän liikenteen takia ei ole suuri, koska yksikköajokustannuksina on kuitenkin käytetty vanhan tieverkon varsinaista liikennettä vastaavia arvoja.

5. Lossin aikakustannusten laskemisesta

Lossin aikakustannukset lasketaan lossin aiheuttaman ajanhukan ja ajanarvon perusteella.

A Ajanhukka

Tvh:n tiesuunnitteluosastolla laaditaan parhaillaan tietokoneohjelmaa, jonka kokonaan valmistuttua voidaan lossi- ja siltayhteyksien taloudellisten vertailujen laatiminen siirtää pois piireiltä suoritettavaksi tvh:ssa tietokoneella, mutta ohjelman testauksessa ilmenneiden virheiden takia ao. ohjelman valmistuminen viivästyy toistaiseksi. Kuitenkin ao. ohjelman ajanhukkien laskenista käsittelevä osa saadaan luultavasti valmiiksi jo kuluvan syksyn aikana. Tämän jälkeen on kaavailtu, että piirit suorittavat lossi- ja siltayhteyden taloudellisen vertailun muilta osin kuin liikenteen ajanhukkien osalta, joiden arvot toimitetaan piireille. Ajanhukkien laskenista varten suorittavat piirit losseilla aikatutkimuksia, joissa tutkitaan määrättyinä päivinä vuodesta liikenne ainakin tuntiliikenteen tarkkuudella. Lisäksi selvitetään lossin lastaus- ja purkausajat, ylitysaajat kyseisinä päivinä.

Edellä esitettyjen tietojen perusteella laskee tietokone-ohjelma liikenteen keskinääräiset ajanhukat liikenteen funktiona. Ohjeet näiden aikatutkinusten suorittamiseksi ja jo suoritettujen aikatutkinusten tulosten muokkaamiseksi tähän tarkoitukseen lähetetään piireille tietokoneohjelman valmistuttua, joten niihin ei tässä yhteydessä puututa enää.

Toisaalta käsinlaskentamenetelmän avulla voidaan selvittää kohtalaisella tarkkuudella ajanhukat, jolloin vuoroaan odottavien ajoneuvojen lukumäärä kummallakaan rannalla ei ylitä lossin kapasiteettia. Jos taas vuoroaan odottavien määrä jommalla kummalla rannalla ylittää lossin kapasiteetin, niin keskinääräinen ajanhukka lossilla kasvaa räjähdysmäisesti, jolloin ajanhukan laskemista ei pystytä suorittamaan käsinlaskentamenetelmän avulla, vaan tarvitaan jonoteoreettisia käsittelymenetelmiä.

Seuraavaksi esitetään lyhyesti ajanhukan laskeminen käsinmenetelmän avulla. Esimerkin vuoksi on tarkasteltu tapaus, jolloin Tervolan nykyinen lossi on korvattu Pohjois-Karjalan piirissä olevan Putaansalmen lossilla, joka vapautuu Putaansalmen yli rakennettavan sillan ansiosta.

Koska Putaansalmen lossipaikalla tehtyjä aikahavaintoja ei ole käytettävissä, on lossin lastaus-, ylineno- ja purkausajat arvioitu Uudemaan piirissä Tolkkisten lossipaikalla 16.6.66 suoritettujen havaintojen perusteella. Tolkkisten lossin koko on sama kuin Putaansalmen (kantavuus

33 tonnia, kansi $6 \times 19 \text{ m}^2$, ajoaukko 5.6 m, lauttaväli 281 m)

Lauttausaikoja määrättäessä oletettiin, että

- a) raskaan ajoneuvon ekvivalenttikerroin on 3.0
- b) lossin ylinenonopeus on riippumaton lossin kuormituksesta
- c) lastaus- ja purkausaikojen riippuvuus kuormituksesta (hay) on lineaarinen.

Havaintoaineistosta saatiin laskenalla seuraavat riippuvuudet (ajat minuutteina, kuormitus k ha-yksikköinä)

$$\text{lastausaika } T_l = 0.13 + 0.054 \cdot k$$

$$\text{purkausaika } T_p = 0.06 + 0.025 \cdot k$$

$$\text{ylinenoaika } T_a = 3.30$$

$$\text{ylinenonopeus } V = 281/3.30 = 85.26 \text{ m/min}$$

Tervolassa lauttaväli = 575 m

$$\text{ylinenoaika } T_a = 575/85.26 = 6.74$$

Keskinääräisen ajanhukan oletettiin syntyvän sellaisena

tuntina, jolloin a) liikennemäärä on 9 % KKVL:stä (hay)

ja b) liikenne jakaantuu eri suunnille suhteessa 2:1. Kierrosajaksi saadaan tällöin edellä olevien yhtälöiden avulla

$$T = T_{l1} + T_a + T_{p1} + T_{l2} + T_a + T_{p2} ,$$

jolloin kierrosaika Tervolassa on, jos oletetaan

$$T_{l1} = T_{l2} \text{ ja } T_{p1} = T_{p2}$$

$$T = 2 \cdot (0.13 + 0.054k + 6.74 + 0.06 + 0.025 \cdot k)$$

$$T = 13.86 + 0.16k$$

Liikenteen rannalle saapumistiheyttä merkitään L:llä (hay/min), jolloin

$$L = \frac{2}{3} \cdot \frac{0.09}{60} \cdot \text{KKVL} = 0.001 \cdot \text{KKVL} \text{ (hay/min)}$$

$$\begin{aligned}
T_h &= T'_l + T'_p + T_a = 0.5T + 0.03 + 0.01k + 6.74 \\
&= (0.06 + 0.0001 \cdot KKVL) T + 6.77 \\
&= \frac{13.86 (0.05 + 0.0001 \cdot KKVL)}{1 - 0.00016 \cdot KKVL} + 6.77
\end{aligned}$$

$$T_h = \frac{6.93 + 0.0014 \cdot KKVL}{1 - 0.00016 \cdot KKVL} + 6.77 \text{ (min)}$$

B Aikakustannukset

Vuotuiset aikakustannukset $K_A(\text{nk})$ saadaan seuraavasti

$$\begin{aligned}
K_A &= 365 \cdot \frac{T_h}{60} (KVL_k \cdot AiK_k + KVL_r \cdot AiK_r) \\
&= 6.083 \cdot T_h (KVL_k \cdot AiK_k + KVL_r \cdot AiK_r)
\end{aligned}$$

jossa $\frac{T_h}{60}$ = keskinääräinen ajanhukka tunteina

AiK_k = kevyiden ajoneuvojen ajanarvo nk/h

AiK_r = raskaiden ajoneuvojen ajanarvo nk/h

Ajanarvot nk/h saadaan Tieinvestointilaskentaohjeista sivulta 58, jolloin vuosien 1975 ja 1985 ajanarvot on saatu suoraviivaisella interpolaatiolla eli vuoden 1975 arvo = vuosien 1970 ja 1980 keskiarvo, ja vastaavasti vuoden 1985 arvo = vuosien 1980 ja 1990 keskiarvo.

7. Kunnossapitokustannuksista

A Tiesit

Tienrakennusosaston muistiossa (No Tr-1217, 6.5.1968) on tienien ja siltojen kunnossapitokustannusten laskenta-

perusteita. Muistion mukaisesti on lossien taloudellisissa laskelmissa otettava vuotuisten kunnossapitokustannusten perusarvoksi 2-3 vuoden keskinäisiä kunnossapitokustannukset, jolloin satunnaiset suuret heilahdukset (suurten korjausten ym. aiheuttamat) tasoittuvat kunnossapitokustannuksissa. Tämän jälkeen arvioidaan normaalia menettelyä käyttäen kunnossapitokustannukset eri ohjeajan-kohtina.

B Sillat

En. muistiossa on selvitetty myös erilaisten siltojen kunnossapitokustannuksia, joita voidaan käyttää perusvuoden osalta sellaisinaan.

Mikäli siltahankkeen yhteydessä joudutaan rakentamaan uusia teitä on näiden kunnossapitokustannukset otettava mukaan investointilaskentaohjeiden mukaisesti, jolloin 0-vaihtoehtoonkin kunnossapitokustannuksiin on lisättävä vanhan tieverkon vastaavien teiden kunnossapitokustannukset.

8. Rakennuskustannuksista

Eri vaihtoehtojen toteuttamiskustannukset otetaan kokonaisuudessaan pääonakustannuksiksi investointilaskelmissa. Tämä merkitsee, että jos siltahankkeen takia on rakennettava uusia teitä yhdistämään silta tieverkkoon, niin näiden rakennuskustannukset on lisättävä hankkeen kokonaiskustannuksiin. Poikkeuksena kuitenkin on, ettei olemassa olevan

tien parantamiskustannuksia lisätä hankkeen kustannuksiin, koskei voida osoittaa niiden olevan jonkin määrätyn vaihtoehdon aiheuttamia.

Rakennuskustannuksiksi on myös laskettava nykyisen tien mahdollisen uuden lossin rakennus- ja peruskorjauskustannukset sekä mahdollisen uuden lossin siirtokustannukset lossipaikalle, jos sitä on ennen käytetty jossain muulla lossipaikalla.

Yleissuunnitelma koskien eri lossi- ja siltavaihtoehtoja
Kemijoen yli Tervolan kirkonkylän kohdalla

Johdanto:

Tervolan kunta teki 12.6.1964 päivätyn, Tie- ja vesirakennushallitukselle osoitetun aloitteen, siltasuunnitelman laatimiseksi ja sillan rakentamiseksi Kemijoen yli Tervolan kirkonkylän kohdalla. Siltahankkeen tarpeellisuutta kunta perusteli Tervolan kunnanhallituksen ja kunnan liikennelautakunnan järjestämässä neuvottelukouksessa esiin tulleilla seikoilla sekä Kemin sotilaspiirin esikunnan 14.12.1963 antamalla lausunnolla, joka samoin kuin em. neuvottelukokouksen pöytäkirjajäljennös seuraavat ohjeisena.

Sillan tarpeellisuutta on Tervolan kunta korostanut vielä 7.4.67 kunnanhallituksen tekemässä muistiossa, jossa sillan rakentamista pidetään välttämättömänä Tervolan kunnan taloudelliselle ja hallinnolliselle kehittymiselle sekä vaikean työllisyystilanteen helpottamiseksi.

Lossiliikenteen aiheuttamista haittatekijöistä sekä sillan tarpeellisuudesta on Tervolan kunta pyytänyt lausunnot mm. Lapin Seutusuunnittelun Kuntainliitolta, Tervolan Osuuskaupalta, Tervolan kunnan Sähkölaitokselta sekä yksityisyritteliäisyyttä edustavalta Rantamäkelä Oy:ltä. Em. muistioa sekä lausunnot on liitetty suunnitelma-asiakirjoihin.

Aloitteen johdosta suoritettiin talvella 1965 - 66 piirikonttorin toimesta alustavia tutkimuksia siltapaikoiksi valituissa Seitasaaren ja Vittakesken kohteissa sekä suoritettiin tutkimuksia nykyisellä lossipaikalla ja laadittiin uusi lossisuunnitelma, lossi- ja talvitieparannukseineen. Samalla hankittiin Lapin maanviljelysinsinööripiiriltä sekä Kemijoen Uittoyhdistykseltä lausunnot po. siltapaikoista. Lausunnot suunnitelma-asialinjojen liitteenä.

Tervolan yleiskaavaaluonnoksen, joka vahvistettaneen v. 1968 aikana valmistuttua tuli esille vielä kolmaskin siltapaikka nykyisen lossin ja Seitasaaren välille, jossa kevättalvella -68 suoritettiin alustava tutkimus. Ko. siltapaikkaa koskeva kaavoittajan antama lausunto seuraa ohjeisena.

Edellä mainittujen vaihtoehtojen keskinäistä kannattavuutta koskevat liikennetaloudelliset vertailulaskelmat on esitetty jäljempänä.

Tervolan kirkonkylän kohdalle Kemijoen yli ehdotettujen eri siltavaihtoehtojen välisiä liikennetaloudellisia vertailuja.

Vertailun kohteina olevat vaihtoehdot

1.0

Kollavaihtoehto (O-vaihtoehto)

O-vaihtoehtoksi on valittu nykyinen liikennetilanne Tervolan kirkonkylän lossipaikalla. Eri siltapaikkojen keskinäisiä kannattavuuksia laskettaessa on O-vaihtoehtoa pidetty vertailukohteena.

1.1

Liikenne ja sen arvioitu kehitys O-vaihtoehdon osalla
vv. 1965 - 1990.

Liikenne nykyisellä lossipaikalla muodostuu seuraavasti:

- a) varsinainen kesäaikainen lossiliikenne, jonka on arvioitu kestävän keskimäärin n. 175 vrk.
- b) talviaikainen jääteliikenne, jonka kesto aika on n. 160 vrk.
- c) kelirikon aikainen kiertoteliikenne Ossauksen patosillan kautta, arvioitu kesto aika n. 30 vrk.

- a) Liikennemäärien laskemiseen ja ennusteiden laatimiseen ovat olleet vv. 1966 - 1967 osittain lossilla suoritettujen päivittäisten liikennelaskentojen tulokset.

Em. tuloksia hyväksi käyttäen on liikenne-ennusteet raskaalle liikenteelle laadittu yleisiä valtakunnallisia kasvukertoimia käyttäen ja kevyelle liikenteelle käyttäen Lapin läänin henkilöautokannan kehitystä koskevia kasvukertoimia.

Allaolevasta taulukosta selviää liikenteen oletettu kehitys lossipaikalla:

vuosi	HA	LA	KAip	KA pp	KAtp	PA	KVLk	KVLr
1965	156	1	8	1	1	9	159	11
1970	242	1	9	2	2	11	258	14
1975	344	1	10	3	3	14	358	17
1980	524	1	11	4	4	19	543	20
1985	647	1	12	5	5	23	670	23
1990	767	1	13	6	6	28	795	26

- b) Jäätien liikenne-ennusteiden lähtöarvoina on käytetty v. 1965 yleisen liikennelaskennan talvikausien arvoja sekä v. 1966-67 jättiellä suoritettui liikennelaskennan tuloksia.

Jäätien liikenteen on oletettu kehittyvän seuraavan taulukon mukaisesti:

vuosi	HA	LA	KAip	KApp	KAtp	PA	KVLk	KVLr
1965	402	6	45	14	7	47	450	72
1970	661	6	47	16	8	61	722	77
1975	920	6	50	18	9	76	996	83
1980	1400	6	52	20	10	98	1493	88
1985	1732	6	54	22	11	119	1851	93
1990	2054	6	56	24	12	143	2202	98

Lossin ja jäätien liikennemääriä toisiinsa verrattaessa huomataan, että jättiellä on liikenne n. kolme kertaa lossiliikennettä suurempi. Ero johtuu siitä, että lossilla liikennöiminen on hidasta ja ajanhukkaa suuri, jonka vuoksi lossia käyttävät pääasiassa paikalliset ajoneuvot.

Lisäksi lossin pienen kantavuuden vuoksi joutuvat raskaimmat ajoneuvot, kuten täysin kuormatut reikö-autot, käyttämään kiertotietä.

- c) Kelirikon aikana, jota kestää n. 30 vrk, joutuvat ajoneuvot käyttämään kiertotienään Osauskosken voimalaitoksen patosiltaa. Tällöin on oletettu, että lossilla liikennöivistä n. 70 % käyttää cm. kiertotietä ja laadittu sen mukaan ennuste.

Kiertotien ominaisuudet liitteessä 1.

O-vaihtoon liikenne-ennuste vv. 1965 - 1990 on esitetty liitteessä 2.

1.2

O-vaihtoon rakentamiskustannukset

Vaihtoon ei sisälly rakentamiskustannuksia.

1.3

Juoksevat vuosikustannukset

Ajokustannukset on laskettu Tv:n tieosuunnitteluosaston julkaisun "Ohjeet tieinvestointilaskelmien suorittamiseksi" ohjeiden mukaan käyttäen ajoneuvokustannusten yksikköarvoina siitä saatuja taulukkoarvoja.

Lossulle, kiertotielle ja jätitielle on ajokustannukset laskettu kullekin erikseen.

Koska lossilla ei ajoneuvoille muodostu varsinaisia ajokustannuksia on kustannukset lossin osalta laskettu aikakustannuksien joiden keskiarvoina on käytetty kevoille ja raskaille ajoneuvoille vuosille 1965 - 1990 laskettuja ajoajan rahallisia arvoja (mk/h) (taulukko 3.2).

Aikatekijän, joka muodostuu ajoneuvon ylitys-odotusajasta, määrittämisen, varsinkin odotusajan on ollut vaikeaa ja sen suuruus perustuu pelkkään arvioon. Ylitys-odotusajan on arvioitu v. 1970 olevan 25 min. Vertailun vuoksi on mainittava että esim. Tervolan Osaustalon suorittaman tutkimuksen mukaan on lossin keskimääräiseksi liikun- ja odotusajaksi arvioitu varovaisesti 30 min.

O-vaihtoehdon kunnossapitokustannukset on arvioitu om. julkaisun ohjeita noudattaen lisättyinä lossin vuotuisilla kunnossapitokustannuksilla.

O-vaihtoehdon ajokustannukset on esitetty seuraavissa liitteissä:

- Lossin ajokustannukset liite 3
- Jämsän -"- liite 4
- Kiertotien -"- liite 5
- Juoksevien vuosikustannusten yhdistelmä on esitetty liitteessä 6.

2.0 Vaihtoehto 1 1. Seitasaaren siltapaikka

2.1 Seitasaaren siltapaikan sijainti käy selville ohkeenliitetystä kartasta 1:2000 (Karttaliite)

Siltavaihtoehdon paikan valinta on suoritettu ennenkuin kaavoituksesta, joka alkaa olla valmis on ollut tietoa. Valintaan on vaikuttanut paikan jokseenkin keskeinen sijainti lkin asutukseen nähden, riittävä liikennetilä tien rakentamista ajatellen sekä Seitasaaren ja itärannan väliin jäävä joen kapeampi kohta.

Alustavan arvion mukaan on tien poikkileikkaus luokkaa II N-7/6 ja tien pituus n. 1,6 km, johon sisältyy myöskin silta.

Tien ominaisuudet liitteessä 7.

Paikalle rakennettava silta on alustavassa laskelmassa otettu 5-aukkoisena teräsbetonisiltana, jn. 60 m + 80 m + 80 m + 80 m + 60 m. Edellä mainituille aukkoille on Lapin maanviljelysinsinööri laskenut padotuksen, ottaen huomioon alajuoksulle mahdollisesti rakennettavan Taivalkosken voimalaitoksen aiheuttaman veden nousun.

2.2

Liikenne ja sen kehitys vaihtoehto 1:n osalla vv. 1965 - 1990.

Liikennemääriä ja ennusteita laadittaessa on laskentaparametreina käytetty vv. 1965 yleisen liikennelaskelman tuloksia sekä julkisilla vv. 1966 - 67 suoritettujen laskentojen tuloksia, joita muuntaen on laskettu KVL₆₅, olettaen, että paikalla jo tällöin olisi silta. Kesäliikennekertoimena on käytetty yleistä kerrointa $d^1 = 1,25$. KVL₆₅ on laskettu kullekin ajoneuvoryhmälle erikseen.

Vaihtoehto 1:n liikenne-ennuste on esitetty liitteessä 8.

2.3

Vaihtoehto 1:n rakentamiskustannukset

Tieosan ja sillan rakentamiskustannukset.

Tieosan rakentamiskustannukset on laskettu kärkeasti alustavan tasauksen mukaan määrättyjen leikkaus- ja pengermassojen avulla. Tällöin on oletettu, että massatyöt muodostavat n. 40 % tien kokonaiskustannuksista.

Massatuotteen kokonaishinnaksi on arvioitu 6 mk/k-m³.

Pituusleikkauksista saadut massat:

Pengermassat	34.000 k-m ³
Leikkausmassat	<u>9.500 -" -</u>
yhteensä n.	44.000 k-m ³

Leikkaus- ja pengerrystöiden kustannukset 6 mk/k-m³ mukaan:

$$44.000 \text{ k-m}^3 \times 6 \text{ mk/k-m}^3 = 264.000 \text{ mk.}$$

Ko. tieosan rakentamiskustannukset ovat tällöin ilman siltakustannuksia n. 660.000 mk, josta km-kustannukseksi saadaan n. 500.000 mk/km, kun varsinaisen tieosan pituus on 1,3 km.

Sillan rakentamiskustannukset on laskettu karkeasti käyttäen kansi m^2 :n hintana arviolta 1000 mk/ m^2 .

Sillan kokoniaspituudeksi on oletettu 365 m ja hyötyleveydeksi n. 10 m, jolloin kannen pinta-ala on 3650 m^2 . Em. yksikköhinnan mukaan ovat sillan rak.kustannukset

$$3650 m^2 \times 1000 \text{ mk}/m^2 \text{ n. } 3.700.000 \text{ mk.}$$

Vaihtoehto 1:n kokoniasrakentamiskustannukset ovat tällöin:

$$660 000 \text{ mk} + 3.700.000 \text{ mk} = 4.360.000 \text{ mk.}$$

Tien kilometrikustannus on n. 2.700.000 mk/km (1,6 km)

2.4

Juoksevat vuosikustannukset

Vaihtoehto 1:n ajokustannukset on laskettu kohdassa 1.3 mainittuja ohjeita noudattaen.

Ajokustannukset on esitetty liitteessä 9. Juoksevat vuosikustannukset liitteessä 10.

3.0

Vaihtoehto 2. 1. Vittakosken siltapaikka

Vittakosken siltapaikan valintaan on vaikuttanut pääasiallisesti Kemijoen uoman kapenemisen kosken kohdalla.

Ko. paikalle voidaan rakentaa huomattavasti lyhyempi silta kuin Seitasaaren kohdalle.

Tervolan kirkonkylän sisäisen liikenteen huomioon ottaen lienee em. siltapaikka (liian) syrjäinen ja tien pituuden aiheuttama nousu ajokustannuksissa on huomattava kuten laskelmista käy selville.

Tien luokka on II N-7/6 ja pituus silta mukaan luettuna 3,05 km.
Tien ominaisuudet liitteessä 7.

Silta on alustavien laskelmien mukaan 4-aukkoinen ter.bet.silta
jm. 45 m + 70 m + 70 m + 40 m, hl. n. 10 m.
cm. aukkoille on Lapin maanvilj.ins.piiri suorittanut aukkolaskelmat.

3.1 Liikenne ja sen kehitys vaihtoehto 2:n osalla vv. 1965-1990.

Liikenne ja liikenne-ennusteet ovat samat kuin vaihtoehdossa I.
Liikenne-ennuste liitteessä 8.

3.2 Vaihtoehto 2:n rakentamiskustannukset

Maosan ja sillan rakentamiskustannukset on laskettu karkeasti
samoilla perusteilla kuin edellä Seitasaaren tapauksessakin.

Pituusleikkauksesta saadut massat:

Pengermassat	57.500 k-m ³
Leikkausmassat	<u>18.500 -"-</u>
yhteensä	76.000 k-m ³

Leikkaus- ja pengerrykskustannukset:

$$76.000 \text{ k-m}^3 \times 6 \text{ mk/k-m}^3 = 4.560.000 \text{ mk.}$$

Tien rakentamiskustannukseksi ilman siltakustannuksia saadaan,
jos massatöiden osuus on n. 40 % kokonaiskustannuksista
1 140 000 mk.

Tien kilometrikustannus ilman siltakustannuksia 410.000 mk/km.
(tieosan pituus 2,8 km).

Silta tulee olemaan pituudeltaan n. 240 m, hl. n. 10 m ja kannen pinta-ala 2400 m². Sillan rakentamiskustannukset ovat tällöin 1000 mk/m² mukaan n. 2.400.000 mk.

Rakentamiskustannukset ovat tien ja sillan osalta:

$$1.140.000 \text{ mk} + 2.400.000 \text{ mk} = 3.540.000 \text{ mk}.$$

Tien kilometrikustannukseksi tulee n. 1.160.000 markkaa.

3.3

Juoksetut vuosikustannukset

Vaihtoehto 2:n ajokustannukset on esitetty liitteessä 11 sekä juoksevien vuosikustannusten yhdistelmä liitteessä 10.

4.0

Vaihtoehto 3-asemakaavaan merkitty siltapaikka

Kaavoittajan esittämä siltapaikka on nykyisin lossin ja Seitasaaren kohdalle ehdotetun siltapaikan välissä.

Pituudeltaan on tämän vaihtoehdon tieosa lyhin n. 1,38 km ja sijainniltaan asutukseen nähden keskeinen. Tien luokka on kuten on tapauksiasakin II H-7/6.

Silta tulee tälle paikalle rakennettavaksi saman aukkoehdotuksen mukaan kuin vaihtoehdossa 1. (Seitasaari), jolloin sen mitat alustavasti ovat jn. 60 m + 3 x 80 m + 60 m, hl. = 10,0 m.
Tien ominaisuudet liitteessä 12.

4.1

Liikenne ja sen kehitys

Liikenne ja liikenne-ennusteet ovat samat kuin vaihtoehdossa 1 (Seitasaari) ja 2 (Vittakoski).
Liikenne-ennuste liitteessä 13.

4.2

Vaihtoehto 3. rakentamiskustannukset

Tieosan ja sillan rakentamiskustannukset on laskettu alustavasti samalla tavoin kuin muidenkin vaihtoehtojen osalla. Alustava taseus, jonka mukaan massat on laskettu on esitetty piirustuksessa n:o

Siirrettävät massat:

Pengermassat		m^3
Leikkausmassat		m^3
yhteensä	50 500	m^3

Leikkaus- ja pengerrykustannukset

Massatöiden kustannusosuus on olettaen massakuution hinnaksi 6 mk/ m^3

$$50\,500 \text{ m}^3 \times 6 \text{ mk/m}^3 = 303.000 \text{ mk}$$

Jos massatöiden osuus on kokonaiskustannuksista n. 40 % on tieosan rakentamiskustannukset näin ollen ilman siltakustannuksia 885.000 markkaa.

Kun tieosan pituus, sillan pituus pois laskien on 1 km on km-kustannus ilman siltakustannuksia 885.000 mk/km.

Siltakustannukset ovat n. 3.700.000 mk.

Vaihtoehto 3:n kokonaiskustannukset ovat tällöin:

$$885.000 \text{ mk} + 3.700.000 \text{ mk} = 4.585.000 \text{ mk.}$$

O-vaihtoehtona on nykyinen liikennetilanne lossipaikalla.

Kutakin vaihtoehtoa on erikseen verrattu O-vaihtoehtoon ja lisäksi suoritettu kunkin vaihtoehdon keskinäinen vertailu kannattavimman vaihtoehdon selville saamiseksi.

Verrattaessa ko. vaihtoehtoja O-vaihtoehtoon saatiin kullekin tapaukselle seuraavan suuruiset sisäiset korot.

Vaihtoehto	1.	sis. korko	16,5 %
Vaihtoehto	2.	—"	15,6 %
Vaihtoehto	3.	—"	16,2 %
Vaihtoehto	4.	—"	28,5 %

Tuloksista nähdään, että nykytilanteeseen verrattuna kaikki vaihtoehdot ovat edullisia rakentaa, koska minimivaatimuksena pidettävä $7\frac{1}{2}$ %:n sisäinen korko on jokaisessa tapauksessa ylitetty.

Sisäisen koron laskeminen on kunkin vaihtoehdon osalta esitetty seuraavassa liitteissä:

Vaihtoehto	1.	liite	17.
Vaihtoehto	2.	—"	18.
Vaihtoehto	3.	—"	19.
Vaihtoehto	4.	—"	20.

Edellä olevat sisäisten korkojen arvot eivät vielä anna selvyyttä siitä, mikä vaihtoehto on edullisin, koska perusinvestoinnit, eivät ole samansuuruisia.

Tämän vuoksi on vaihtoehtoja 1-4, verrattu keskenään edullisimman tapauksen selvittämiseksi ja saatu seuraavat tulokset:

Vaihtoehtoista 1 ja 2 (Seitasaari ja Vittakoski) on vaihtoehto 1 edullisempi, sillä sen sisäinen korko vaihtoehto 2:en verrattuna on 17,7 %.

Näin ollen vaihtoehto 2 voidaan jättää kannattamattomana pois. Edelleen on verrattu toisiinsa vaihtoehtoja 1 ja 4 (uusittu lossi suunnitelma), jolloin vaihtoehdon 1 sisäiseksi koroksi on saatu 12 % niin, että vaihtoehto 1 on tässäkin tapauksessa edullisempi. Lopuksi on verrattu toisiinsa vaihtoehtoa 1 ja kaavoittajan esittämää siltapaikkaa 1. vaihtoehtoa 3, joka osoittautui edullisemmaksi, sillä sen sisäiseksi koroksi saatiin 9,5 %.

Em. alustavat laskelmat sekä kaavalliset seikat huomioon ottaen voidaan vaihtoehtoa 3 l. kaavoittajan esittämää siltapaikkaa pitää edullisempänä. Vaihtoehdon edullisuutta lisää sekin, että tie voidaan joen länsipuolella liittää alkuvaiheessa kustannuksien säästämiseksi nykyiseen lossitiehen ja jättää kaavoittajan esittämä suora suunta varauksena voimaan.

Laskelmat on esitetty seuraavassa liitteissä:

Vaihtoehto 1/Vaihtoehto 2	Liite 21
Vaihtoehto 1/Vaihtoehto 4	Liite 22
Vaihtoehto 1/Vaihtoehto 3	Liite 23.

Liitteenä olevat piirustukset:

Yleiskartta 1:20 000

Kartta 1:2000

Piirustus no 1 vaihtoehto 1:n alustava tsv.

—"	2	—"	—"	pohjatutk.
—"	3	—"	2:n	tsv.
—"	4	—"	—"	pohjatutk.
—"	5	—"	3:n	tsv.
—"	6	—"	—"	pohjatutk.

Lapin

piiri

Tien ominaisuudet

Tieosa 1 Osooma, - Thorela Ränsiuoli

Tieosa 2 Ossaus - Pervola itäpuoli

Kiertotie Osaamisen patosilla lautta

[illegible][illegible]

TIE- JA VESIRAKENNUSLAITOS

Investointilaskentalomake 2

Lapin

piiri

Liikenne

0-Vaihtoehto = nykyinen tilanne (lossi+ jättie + kiertotie)

Vaihtoehto	Tieosa	v. 1965		v. 1970		v. 1970		v. 1980		v. 1985		v. 1990		v.		v.	
		KVL _k	KVL _r	KVL _k	KVL _r	KVL _k	KVL _r	KVL _k	KVL _r	KVL _k	KVL _r	KVL _k	KVL _r	KVL _k	KVL _r	KVL _k	KVL _r
1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.	16.	17.	18.
0	Lossi	159	11	258	14	358	17	543	20	670	23	795	26				
0	Jättie	450	72	722	77	996	83	1498	88	1851	93	2202	98				
0	x) kiertotie	111	3	181	9	250	12	380	14	470	16	556	18				
	x)	(Ossauskosken vastosillan kautta) Kelirikon aikaisen kiertotien liikenteen suuruudeksi on arvioitu noin 70 % lossiliikenteen määrästä															

Ajankohta	Tien ominaisuudet						Liikenne			Nopeus	Aikakust.		Onnett. kust.	Ajokust. yksikkö.		Ajokustannusyhdistelmä			
	Tie-osa	pit. km	peikk-leikk.	pääll.	m	k	T hay	KVL K	KVL R	v/k v/r km/h km/h	K P/km	R P/km	K, R P/km	K P/km	R P/km	9x15 mk/km x vrk	10x16 mk/km x vrk	17x18 mk/km x vrk	175 mk/
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
-70	tie	1,0	7/6	Ös	10	50		258	14					16,2	47,4	41,8	6,6	48,4	84
-70	lossi	0,6					30	258	14	1,44	245,8	726,3	1,2	247,0	727,5	637,3	101,6	738,9	129
-75	tie	1,0	7/6	Ös	10	50		358	17					17,7	51,6	63,4	8,8	72,2	12
-75	lossi	0,6					40	358	17	1,03	435,9	1259,2	1,9	437,8	1261,1	1567,3	214,4	1781,7	311
-80	tie	1,0	7/6	Ös	10	50	60	543	20					19,4	57,0	105,3	11,4	116,7	20
-80	lossi	0,6						543	20	0,69	759,4	2244,9	2,4	761,8	2247,3	4136,6	449,5	4586,1	802
-85	tie	1,0	7/6	Ös	10	50	73	670	23					21,5	62,8	144,4	14,4	158,5	27
-85	lossi	0,6						670	23	0,55	1183,6	3490,9	3,3	1186,9	3494,2	7952,2	803,7	8755,9	153
-90	tie	1,0	7/6	Ös	10	50	87	795	26					24,2	70,3	192,4	18,3	210,7	36
-90	lossi	0,6						795	26	0,46	1693,4	4980,4	4,0	1697	4984,4	13491,1	1295,9	1478,7	2587
Yli- + odotus:																			

0- Vainioehto

		Liikenne			Nopeus	Aikakust.		Onnett. kust.	Ajokust. yksikköh.		Ajokustannusyhdistelmä					
n	k	T hay	KVL _K	KVL _R	v/k v/r km/h km/h	K P/km	R P/km	K, R P/km	K P/km	R P/km	9x15 mk/km x vrk	10x16 mk/km x vrk	17x18 mk/km x vrk	175x19 mk/km x v	3x20 mk/v	
7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21		
50		258	14					16,2	47,4	41,8	6,6	48,4	8470	8470		
	30	258	14	1,44	245,8	726,3	1,2	247,0	727,5	637,3	101,6	738,9	129 308	<u>77585</u>	25 min.	
														<u><u>86055</u></u>		
50		358	17					17,7	51,6	63,4	8,8	72,2	12635	12635		
	40	358	17	1,03	435,9	1259,2	1,9	437,8	1261,1	1567,3	214,4	1781,7	311 796	<u>187078</u>	35 min.	
														<u><u>199 713</u></u>		
50	60	543	20					19,4	57,0	105,3	11,4	116,7	20 423	20 423		
		543	20	0,69	759,4	2244,9	2,4	761,8	2247,3	4136,6	449,5	4586,1	802 550	<u>481 530</u>	53 min.	
														<u><u>501 953</u></u>		
0 50	73	670	23					21,5	62,8	144,4	14,4	158,5	27 738	27 738		
		670	23	0,55	1183,6	3490,9	3,3	1186,9	3494,2	7952,2	803,7	8755,9	1532285	<u>919 370</u>	65 min.	
														<u><u>947 108</u></u>		
050	87	795	26					24,2	70,3	192,4	18,3	210,7	36 873	36 873		
		795	26	0,46	1693,4	4980,4	4,0	1697	4984,4	13491,1	1295,9	1478,7	2587725	<u>1552635</u>	78 min.	
														<u><u>1589508</u></u>		
Ylijys + odotukset:																
-70 25 min. -85 65 min.																
-75 35 min. -90 78 min.																
-80 53 min.																
vrk./v.																

Lepin

piiri

Ajokustannukset (AK)

0 /Vaihtoehto/ Jättä

TVH no 3.315 A4b 8.000. 11747 - 67/11

TIE- JA VESIRAKENNUSLAITOS

L_a pin

piiri

Ajokustannukset (AK)

0

/Vaihtoehto

(1. Ossauss - Tervola länsipuoli)

(2. - " - itäpuoli)

Investointilaskentalomake 5

Kiertotie Ossauksen patosillan kautta

Ajankohta	Tien ominaisuudet						Liikenne			Yks.arvot		Ajokustann. yhdistelmä				
	tieosa	pit. km	poikki- leik.	pääll.	m	k	T hay	KVL _k	KVL _r	AK _k p/km	AK _r p/km	(9.×11.) mk/km×vrk	(10.×12.) mk/km×vrk	(13.+14.) mk/km×vrk	³⁰ (265.×15.) mk/km×v	(3.×16.) mk/v
1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.	16.	17.
1970	1	19,5	10/7	kp	10	20	21	181	9	14,7	44,3	26,6	80,2	106,8	3204	62 478
"	2	21,3	7/6	ös	20	40	22			16,2	48,2	29,3	87,2	116,5	3495	74 443
																136 921
1975	1	19,5	10/7	kp	10	20	28	250	12	15,8	48,3	39,5	120,8	160,3	4809	93 776
"	2	21,3	7/6	ös	20	40	29			17,7	52,5	44,2	131,2	175,4	5262	112 081
																205 857
1980	1	19,5	10/7	kp	10	20	42	380	14	17,4	52,8	66,1	200,6	266,7	8000	156 000
"	2	21,3	7/6	ös	20	40	43			19,5	58,0	74,1	220,4	294,5	8835	188 186
																344 186
1985	1	19,5	10/7	kp	10	20	51	470	16	18,8	58,6	88,4	275,4	363,8	10 914	212 823
"	2	21,3	7/6	ös	20	40	-			21,6	64,1	101,5	301,3	402,8	12 084	257 389
																470 212
1990	1	19,5	10/7	kp	10	20	60	556	18	21,1	65,7	117,3	365,3	482,6	14 478	282 321
"	2	21,3	7/6	ös	20	40	61			24,3	71,8	135,1	399,2	534,3	16 029	341 418
																623 739

TIE- JA VESIRAKENNUSLAITOS

Lapin piiri

Juoksevat vuosikustannukset (y)

0- Vaihtoehto =
Nykyinen tilanne

Vaihtoehto 3 = uusi lossi

Vaihtoehto	Tieosa	Ajankohta	AK .000 mk/v	KpK .000 mk/v	y=Ak+KpK .000 mk/v
1.	2.	3.	4.	5.	6.
0	Jäätie	1970	40,6	53	317
0	Lossi		86,0		
0	Kiertotie		136,9		
0	Jäätie	1975	58,0	56	520
0	Lossi		199,7		
0	k-tie		206		
0	Jäätie	1980	91,2	59	998
0	Lossi		503,7		
0	k-tie		344,2		
0	Jäätie	1985	123,7	62	1603
0	Lossi		947,0		
0	k-tie		470,2		
0	Jäätie	1990	163,4	65	2439
0	Lossi		1589,9		
0	k-tie		623,7		

Vaihtoehto	Tieosa	Ajankohta	AK .000 mk/v	KpK .000 mk/v	y=Ak+KpK .000 mk/v
1.	2.	3.	4.	5.	6.
3	Jäätie	1970	40,6	53	235,1
3	Uusi lossi		57,6		
3	k-tie		136,9		
3	Jäätie	1975	58,0	56	387
3	Uusi lossi		123		
3	k-tie		206		
3	Jäätie	1980	91,2	59	749,4
3	Uusi lossi		314		
3	k-tie		344,2		
3	Jäätie	1985	123,7	62	1166,5
3	Uusi lossi		572,6		
3	k-tie		470,2		
3	Jäätie	1990	163,4	65	1739
3	Uusi lossi		951,8		
3	k-tie		623,7		

TVH no 3.316 A4b 3.000. 11748 - 67/11

Liikennöimisajat:
 Jäätie 160 vrk.
 Lossi 175 vrk.
 Kiertotie 30 vrk.

Lapin piiri

Tien ominaisuuudet

Vaihtoehto 2. Vittakoski

[illegible]

Lapin piiri

VAIHTOEHDOT 1 ja 2 (Seitasaari ja Vittakoski)

[illegible]

Lapin

piiri

Ajokustannukset (AK)

1.

/Vaihtoehto

(Seitasaari)

TVH no 3.315 A4b 8.000. 11747 - 67/11

piiri

Juoksevat vuosikustannukset (y)

Vaihtoehto 1 Seitasaari

[illegible]

Vaihtoehto 2 Vittakoski

[illegible]

Lapin pliri

Tien ominaisuuudet

Vaihtoehto3. Kaavoittajan ehdottama siltapaikka

[illegible]

Vaihtoehto 3. Kaavoittajan ehdottama siltapaikka.

Liikenteen oletettu muodostuvan samaksi kuin vaihtoehdoissa 1 ja 2.

Juoksevat vuosikustannukset (y)

Vaihtoehto 3. Kaavoittajan ehdottama siltapaikka.

[illegible][illegible]

LOSSILLA

8.4

[illegible]

LOSSILLA

VALUTAZIONE 8.4

VAHVOUS X.4															
Liikenne			Nopeus	Aikakust.		Onnett. kust.	Ajokust. yksikkö.		Ajokustannusyhdistelmä						
T hay	KVL K	KVL R	v/k v/r km/h km/h	K P/km	R P/km	K, R P/km	K P/km	R P/km	9x15 mk/km x vrk	10x16 mk/km x vrk	17x18 mk/km x vrk	175x19 mk/km x v	3x20 mk/v		
7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	
50	30	258 258	14 14	1,88	188,2	556,3	1,2	16,2 189,4	47,4 557,5	41,8 488,7	6,6 78,1	48,4 566,8	8470 99190	8047 49595 57 642	-70 16 min.
50	40	358 358	17 17	1,43	310,0	907,0	1,9	17,7 311,9	51,6 908,9	63,4 1116,6	8,8 154,5	72,2 1271,1	12 635 222 442	12 033 111 221 123 254	-75 21 min.
50	60	543 543	20 20	0,94	557,4	1643	2,4	19,4 559,8	57,0 1645,4	105,3 3039,7	11,4 329,1	116,7 3368,8	20423 589540	19 402 294 770 314 172	-80 32 min.
50	73	670 670	23 23	0,77	846,7	2493,5	3,3	21,5 850,0	62,8 2496,8	144,05 5695,0	14,4 574,3	158,5 6269,3	28 409 1097127	26 989 545 635 572 624	- 85 39 min.
50	87	795 795	26 26	0,65	1198,5	3524,6	4,0	24,2 1202,5	70,3 3528,0	192,4 9560	18,3 917,3	210,7 10477,3	36 872 1833527	35 028 916 764 951 792	- 90 46 min.
16 min.	21 min.	32 min.	39 min.	46 min.											

Lapin

piiri

Sisäisen koron laskeminen

0- Vaihtoehto = Nykyinen tilanne (lossi + jäätie + kiertotie Ossauksen kautta)

Vaihtoehto 1 = Seitasaaren siltapaikka

Vaihtoehto (Tieosa)	b_i .000 mk	a_i .000 mk	K_i .000 mk	b $(b_o - b_i)$.000 mk	a $(a_o - a_i)$.000 mk	K $(K_i - K_o)$.000 mk	$\frac{K}{b}$	$\frac{a}{b}$	r %
1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.
0	317	85,8	-	-	-	-	-	-	-
1	101	13	4360	216	72,8	(0,9 , 4360) = 3924	18,17	0,34	16,5
Tekijä ai:									
Seitasaari : \approx <u>13,0</u>									
0-vaihtoehto: $ai = \left[(520 + 998 + 1603 + 2439) - 4 \cdot 317 \right] \cdot \frac{2}{100} = (5560 - 1268) \cdot \frac{2}{100} = \underline{\underline{85,8}}$									

Lapin piiri

Sisäisen koron laskeminen

0-Vaihtoehto = nykyinen tilanne

Vaihtoehto 2 = Vittakosken siltapaikka

Vaihtoehto (Tieosa)	b_i .000 mk	a_i .000 mk	K_i .000 mk	b $(b_0 - b_i)$.000 mk	a $(a_0 - a_i)$.000 mk	K $(K_i - K_0)$.000 mk	$\frac{K}{b}$	$\frac{a}{b}$	r %
1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.
0	317	85,8				$(0,9 \times K_i)$			
2	190	24,1	3540	127	61,7	3186	25,08	0,49	=15,6
Tekijä ai:									
0-Vaihtoehto $a_1 = 85,8$									
2 -" - $a_1 = 24,1$									

TIE- JA VESIRAKENNUSLAITOS

Investointilaskentalomake 7

Lapin piiri

Sisäisen koron laskeminen

0-vaihtoehto = nykytilanne

Vaihtoehto ~~0~~ = uusi lossi

Vaihtoehto (Tieosa)	b_i .000 mk	a_i .000 mk	K_i .000 mk	$(b_0 - b_i)$.000 mk	$(a_0 - a_i)$.000 mk	$(K_i - K_0)$.000 mk	$\frac{K}{b}$	$\frac{a}{b}$	r %
1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.
0	317	85,8							
3	235	62,04	735	82	23,8	$0,9 \cdot 735 = 662$	8,67	0,29	28,5
TEKIJA ai:									
0-vaihtoehto: ai = 85,8									
Uusi lossi II: ai = $\left[(387 + 749 + 1167 + 1739) - 4 \cdot 235 \right] \cdot \frac{2}{100} = (4042 - 940)$									
$\cdot \frac{2}{100} = 62,04$									
=====									

TIE- JA VESIRAKENNUSLAITOS

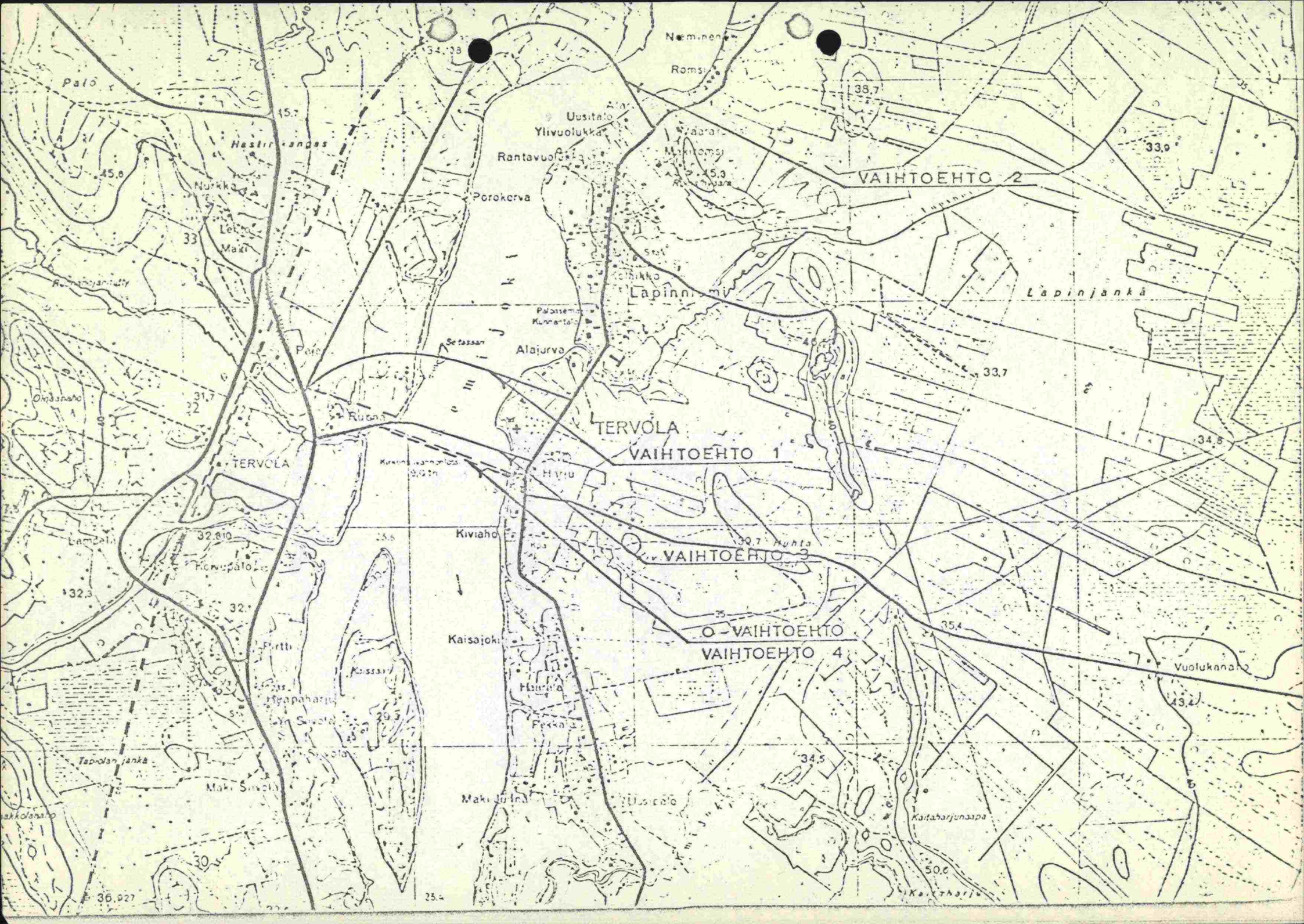
Investointilaskentalomake 7

Lapin piiri

Sisäisen koron laskeminen

Vaihtoehto 1 Seitasaaren silta paikka
 Vaihtoehto 2 Vittakosken -"-

Vaihtoehto (Tieosa)	b_i .000 mk	a_i .000 mk	K_i .000 mk	b $(b_o - b_i)$.000 mk	a $(a_o - a_i)$.000 mk	K $(K_i - K_o)$.000 mk	$\frac{K}{b}$	$\frac{a}{b}$	r %
1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.
2	190	24,1	3540						
1	101	13,0	4360	89	11,1	820	9,21	0,12	17,7
TEKIJÄ ai:									
Seitasaari: $[142 + 222 + 298 + 391) - 4 \cdot 101] \cdot \frac{2}{100} = (1053 - 404) \cdot \frac{2}{100} =$									
$649 \cdot \frac{2}{100} = 12,98 \approx 13,0$									
Vittakoski: $[(266 + 415 + 555 + 728) - 4 \cdot 190] \cdot \frac{2}{100} = (1964 - 760) \cdot \frac{2}{100} =$									
$1204 \cdot \frac{2}{100} = 24,08 \approx 24,1$									



Ryömintäkaistat

Ryömintäkaistan tarkoituksena on ohitusmahdollisuuksia lisäämällä parantaa liikennöitävyyttä suurissa nousuissa. Ryömintäkaista tulee Suomessa kysymykseen vain harvoissa tapauksissa, koska maasto on verraten tasaista ja pienimuotoista sekä teiden liikenne suhteellisen vähäinen. Taloudellisten laskelmien tekemiseen tarvittavien perustietojen puuttuessa ei sellaisista ole esitetty esimerkkiä. Useiden maiden normeissa on ryömintäkaistan mitoitusmenetelmiä, joista seuraavassa esitetään Ruotsin normien menetelmä.

Koska ruotsalaisten suorittaneissa tutkimuksissa on havaittu raskaiden ajoneuvojen lisäksi myös hitaiden henkilöautojen häiritsevän liikennettä nousuissa, on ryömintäkaista tarkoitettu kaikille hitaille ajoneuvoille. Ryömintäkaistan tarpeellisuus riippuu nousun pituuden ja korkeuseron suhteesta sekä liikennemäärästä.

Ryömintäkaista tarvitaan mikäli tasausviivalla on kaksi pistettä, joiden korkeuseron ja vaakasuoran etäisyyden perusteella saadaan kuviossa 1 liikennemäärä, joka on pienempi kuin $KKVL_{80}$ (ajon./vrk). Yllä mainittujen pisteiden välisen kaltevuuden tulee kuitenkin olla suurempi kuin 30 %.

Ryömintäkaistan on oltava täysilevyinen siinä kohtaa, missä tasausviivan kaltevuus ylittää 30 %. Tässä kohdassa tulee kuitenkin tasausviivan olla samalla vähintään 6 m korkeammalla kuin kohdassa missä pituuskaltevuus ylittää 10 % (kuvio 2).

Ryömintäkaista loppuu normaalisti 100 m mäenharjan jälkeen. Mikäli pituuskaltevuus mäen yläosassa kahden pyöristyskaaren välillä on pienempi kuin 15 ‰, loppuu ryömintäkaista 250 m sen kohdan jälkeen, missä pituuskaltevuus alittaa 15 ‰.

Sekoittumisalueen lopussa täytyy olla kohtaamisnäkemä.

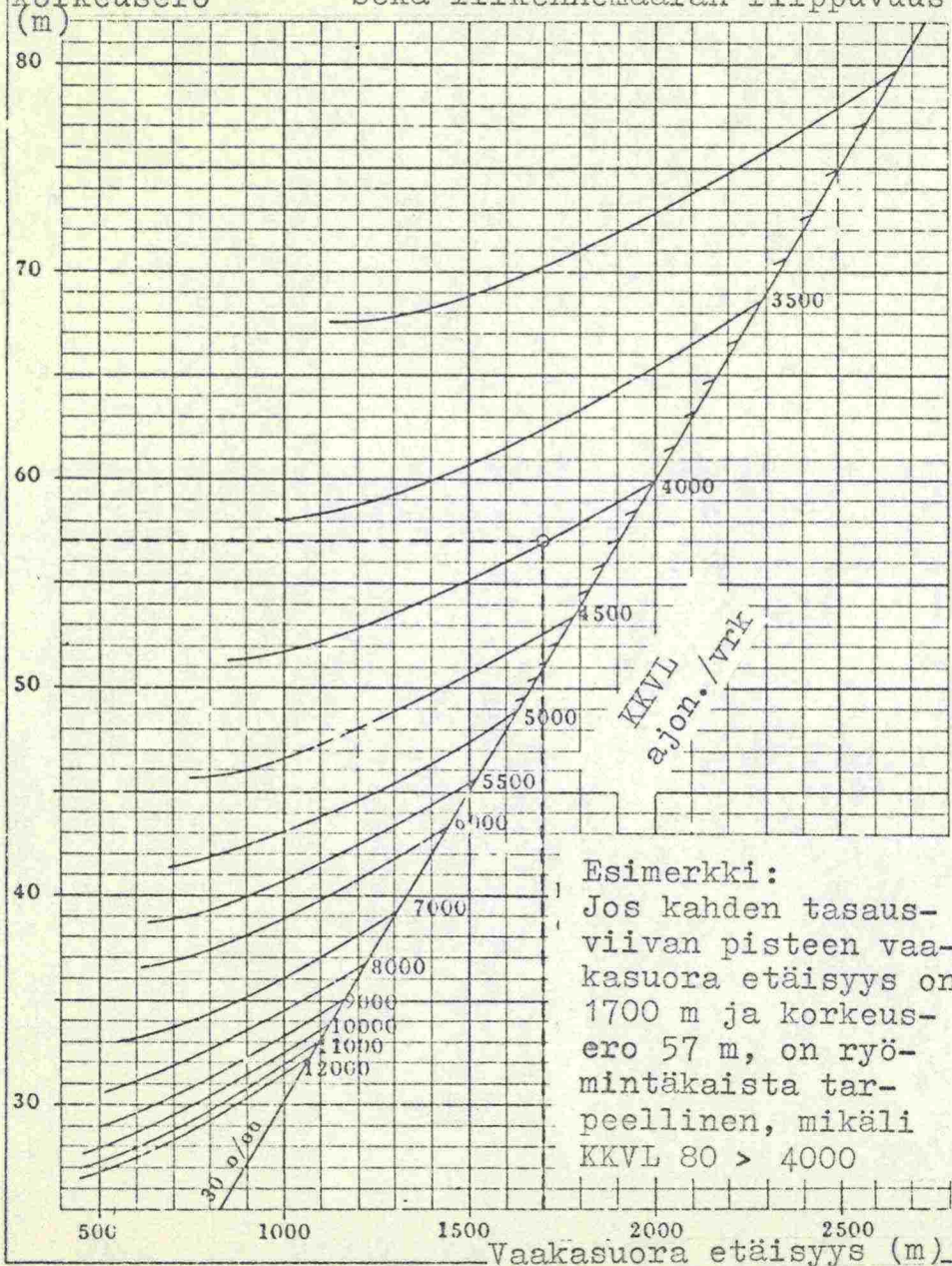
Ryömintäkaistan leveys on 3.5 m. Siirtyminen normaalipoikkileikkaukseen on suoritettava niin, että hyvä optinen johdatus saavutetaan. Muuten siirtyminen suoritetaan kuvion 3 mukaisesti.

Ryömintäkaistan tarpeellisuus voidaan myös saada selville suorittamalla Highway Capacity Manualin mukainen liikennöitävyystarkastelu aonousussa. Mikäli saavutettava liikennöitävyysluokka on liian alhainen, on ryömintäkaista tarpeellinen. Liikennöitävyystarkastelun perusteet on esitetty suomeksi käsikirjassa Maa- ja vesirakennus (RIL).

Käsityksen saamiseksi ongelman laajuudesta Suomessa kehoitetaan kunkin piirin alueelta ilmoittamaan tapaukset, joissa ryömintäkaista esim. Ruotsin normien tai liikennöitävyystarkastelun mukaan olisi tarpeellinen. Tämän aineiston perusteella on mahdollisuus suorittaa tutkimuksia ryömintäkaistoja koskevien ohjeiden laatimiseksi. Tiedot pyydetään toimittamaan dipl.ins. Leskiselle tiestötoimistoon.

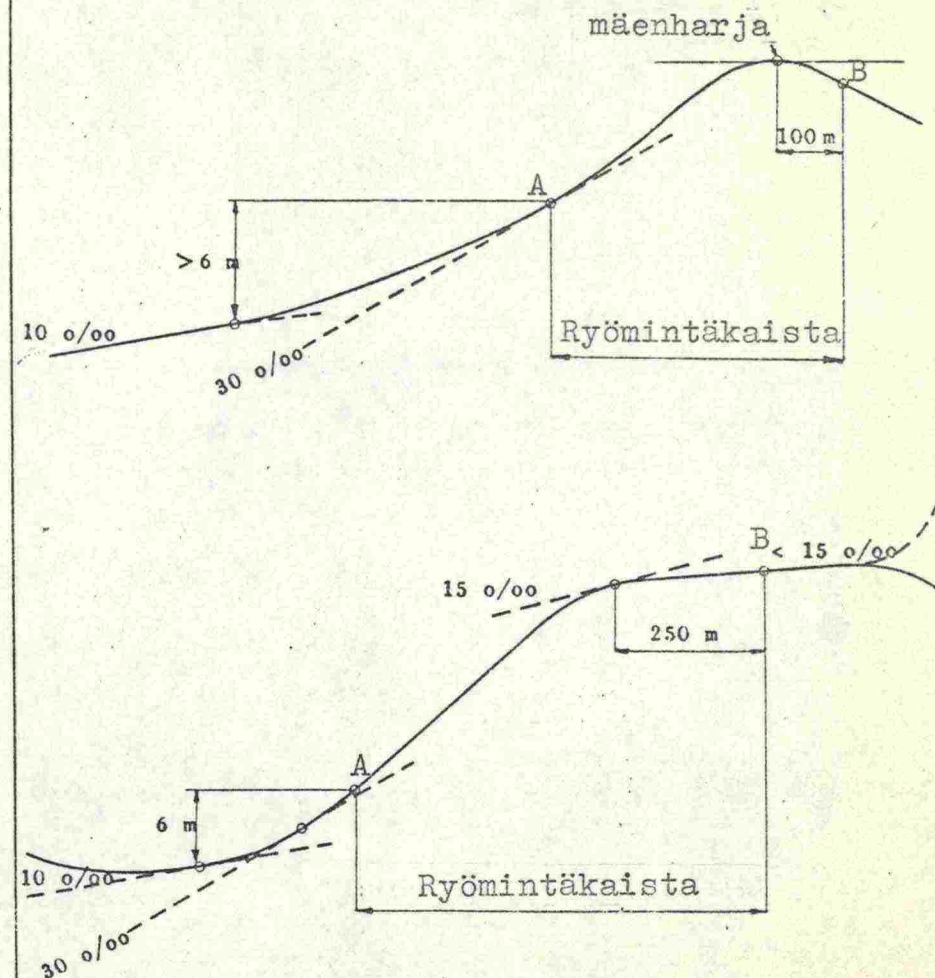
Ryömintäkaistat

Kuvio 1. Nousun pituuden ja korkeuseron
korkeusero sekä liikennemäärän riippuvuus



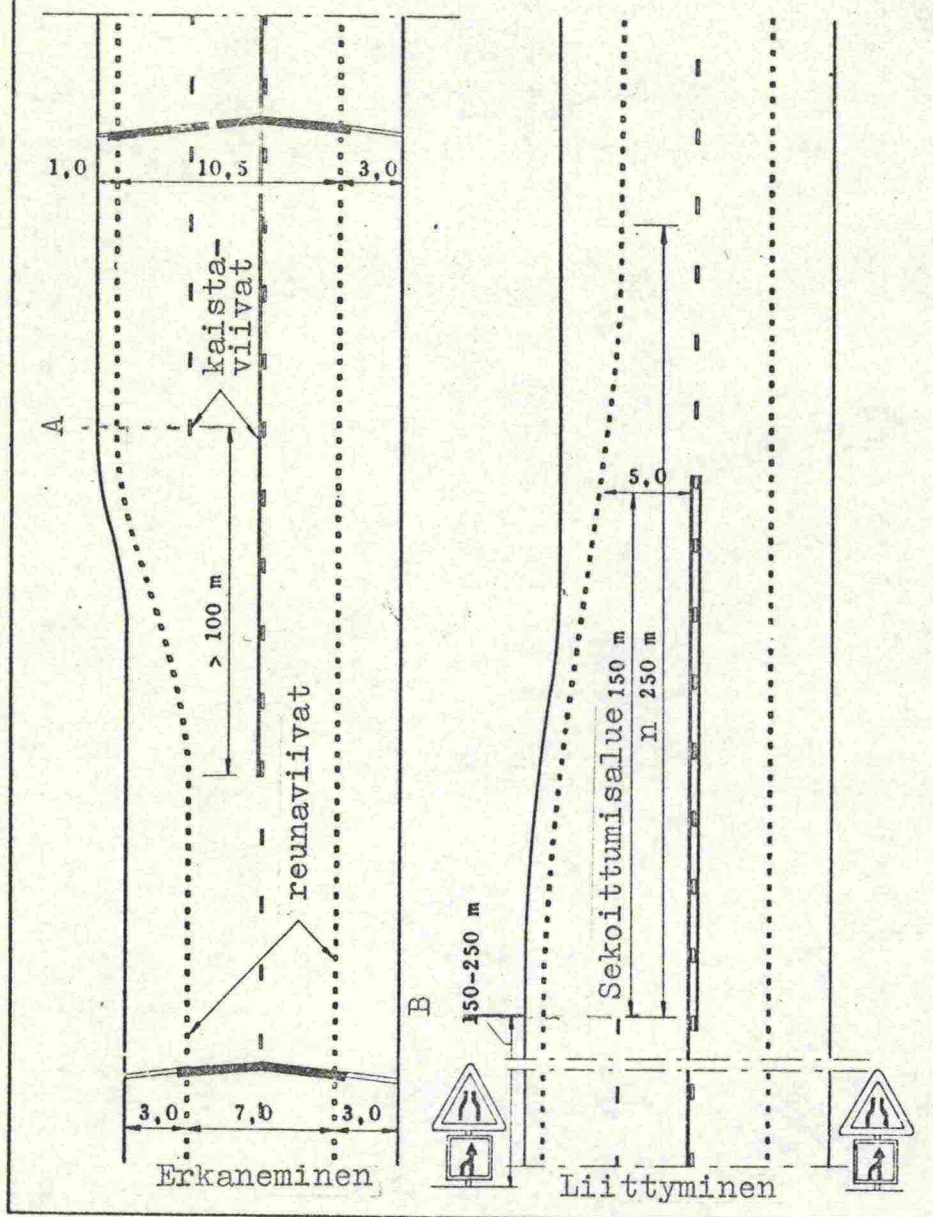
Ryömintäkaistat

Kuvio 2. Ryömintäkaistan sijoitus



Ryömintäkaistat

Kuvio 3. Erkanemis- ja liittymisalueet



Kuviossa vasemmanpuolinen liikenne